

Leren om te keren.

Milieu- en natuurrapport Vlaanderen

Garant

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

IZWO
Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek (vzw)
Institute for Marine Scientific Research
VICTORIALAAN 3 - B - 8400 OOSTENDE BELGIUM
Tel. +32 - (0) 59 - 32 10 45 – Fax: +32 - (0) 59 - 32 11 35

BB 2827

11847

Leren om te keren

Milieu- en natuurrapport Vlaanderen

Projectteam

Aviel Verbruggen, *projectleider*

Inneke Claes

Rik Daenen

Frank Temmerman

Marleen Van Steertegem

Taalcorrectie

Natasja Smits

Begeleidingscomité

Frank Van Sevencoten (VMM), *voorzitter*

Willy Baeyens (Federaal Kabinet Leefmilieu)

Jos Delbeke (CEG)

John Huylebroeck (VMM)

Eckhart Kuijken (IN)

Pieter Leroy (KUN)

Rob Maas (RIVM)

Eddie Muylle (VMM)

Jef Roos *en* Marie Claire Van de Velde (VRWB)

Theo Rymen (VITO)

Aviel Verbruggen *(red.)*

Leren om te keren

Milieu- en natuurrapport Vlaanderen

Overhandigd op 20 juni 1994 aan Norbert De Batselier,
minister vice-president van de Vlaamse Regering en
Vlaamse minister van Leefmilieu en Huisvesting



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

Garant
Leuven-Apeldoorn

Aviel Verbruggen *(red.)*

Leren om te keren
Milieu- en natuurrapport Vlaanderen

Leuven/Apeldoorn
Garant, 1994, Eerste druk
823 blz, 24 cm

D/1994/5779/36
ISBN 90-5350-308-0
NUGI 825/693

© Vlaamse Milieumaatschappij *en*
Garant Uitgevers N.V.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en van de uitgever.

Garant

Tiensesteenweg 83,
3010 Leuven-Kessel-Lo (België)

Koninginnelaan 96,
7315 EB Apeldoorn (Nederland)

Vormgeving en omslagontwerp:
Peter De Roy *voor* Druk in de Weer

Gezet uit Monotype Bembo, Blado
en ITC Officina Sans *door*
Wim Van Hecke *en* Peter De Roy

Fotografie cover:
Gwapo

Beeldmanipulatie cover:
Belgy Productions

Gedrukt op gerecycleerd chloorvrij papier

Woord Vooraf

Met het voorliggende rapport *Leren om te keren* beoogt de Vlaamse Milieumaatschappij, voor het eerst, de omvang en de aard van de leefmilieuproblemen in Vlaanderen globaal te schetsen en te duiden, conform de opdracht die haar daartoe werd gegeven door de Vlaamse regering, op voorstel van de Heer N. De Batselier, minister vicepresident van de Vlaamse regering en Vlaamse minister van Leefmilieu en Huisvesting.

Leren om te keren vormt tegelijkertijd de wetenschappelijke basis voor de formulering van een lange-termijnvisie op het leefmilieu in Vlaanderen en voor de milieubeleidsplanning.

De juridische basis voor de milieubeleidsplanning werd door de Vlaamse minister van Leefmilieu in de steigers gezet in een 'voorontwerp van decreet houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid', dat inmiddels door de Milieu- en Natuurraad van Vlaanderen werd geadviseerd.

Leren om te keren geeft een onafhankelijke wetenschappelijke analyse. Het is tot stand gekomen in samenwerking met vele wetenschappers in, en ook buiten, Vlaanderen. Projectleider professor A. Verbruggen is zowel voor het concept verantwoordelijk geweest als voor de eindredactie, die tot stand kwam in samenwerking met Mevrouwen I. Claes en M. Van Steertegem en de Heren R. Daenen en F. Temmerman, leden van het projectteam.

In het begeleidingscomité hebben de professoren W. Baeyens, E. Kuijken, P. Leroy, J. Roos, Mevrouw M.C. Van de Velde en de Heren J. Delbeke, J. Huylebroeck, R. Maas, E. Muylle en T. Rymen het projectteam geholpen bij de opbouw en de eindredactie van het rapport. De stuurgroep, zoals samengesteld door de Vlaamse Regering, heeft een aantal belangrijke oriëntaties aan dit rapport gegeven.

Ik dank allen die aan dit project hebben meegewerkt.



F. Van Sevencoten

Administrateur-generaal van de VMM,
Voorzitter van de stuurgroep en van het begeleidingscomité van het Milieu- en natuurrapport Vlaanderen.

Juni 1994

Inhoudstafel

Samenvatting | 9

I Inleiding | 33

II Maatschappelijke ontwikkelingen | 43

1 Bevolking | 45
2A Landbouw | 63
2B Bosbouw | 75
3 Energiesector | 83
4 Chemische nijverheid | 97
5 Industriesector basismetaal | 105
6 Bouwsector | 117
7 Overige nijverheid | 129
8 Verkeer en vervoer | 143
9 Recreatie en toerisme | 155
10 Infrastructuren | 167

III Milieu- en natuurverstoringen | 185

1A Verandering van klimaat: broeikaseffect | 187
1B Aantasting van de ozonlaag | 199
2A Verzuring | 207
2B Fotochemische luchtverontreiniging | 235
3 Vermesting | 245
4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen | 269
5 Afvalstoffen | 297
6 Waterverontreiniging | 319
7 Bodemverontreiniging en -aantasting | 347
8 Hinder: lawaai en trillingen | 373
9 Hinder: stank | 387
10A Hinder: risico's | 399
10B Hinder: niet-ioniserende straling | 411
11 Verdroging | 429
12 Versnippering van de Open Ruimte | 449
13 Milieuverstoringen in stedelijke gebieden | 473
14 Verlies van biodiversiteit | 497

IV Rol van de doelgroepen | 521

1 Bevolking | 523
2A Landbouw | 533
2B Bosbouw | 545
3 Energiesector | 555
4 Chemische nijverheid | 567
5 Industriesector basismetaal | 583
6 Bouwsector | 597
7 Overige nijverheid | 609
8 Verkeer en vervoer | 619
9 Recreatie en toerisme | 631
10 Infrastructuren | 643

V Instrumenten en structuren voor een nieuw beleid | 651

1 Juridische instrumenten | 653
2 Economische instrumenten
A Heffingen | 673
B Voorbeelden van reductiekosten | 685
C Economische waardering van milieuschade | 709
D Verdelingseffecten van heffingen | 717
3 Sociale instrumenten
A Milieubeleidsovereenkomsten | 727
B Milieuzorgsystemen | 739
C Milieu-educatie en -informatie | 751
D Maatschappelijk milieudebat | 763
4 Beleidsstructuren | 781

Begrippen | 799

Lijsten | 815

Scheikundige symbolen | 817

Afkortingen | 818

Eenheden | 822

Voorvoegsels eenheden | 823

Afspraken cijferweergave | 823

Samenvatting

A. Verbruggen, projectleider

1 | Kernboodschap

Milieu en natuur in Vlaanderen staan onder zware druk. De open ruimte is lelijk gehavend door de spreiding van gebouwen en economische functies. Infrastructuren doorsnijden het land in alle richtingen en uithoeken. De produktie van afval en het gebruik van energie en water blijven stijgen. De vervuiling van de lucht, de waterlopen, het grondwater en de bodem, neemt nog altijd toe.

De stijging van de druk op het milieu is afgeremd door genomen milieumaatregelen, zoals de omschakeling naar zwavel- en loodarme brandstoffen, de plaatsing van filters en de bouw van zuiveringsstations. De meeste aandacht en financiële inspanning gaan uit naar technische maatregelen die gericht zijn op de effecten van de milieuverstoring en op de emissiebronnen. De verbetering op enkele probleemgebieden mag echter niet leiden tot de illusie dat het einddoel nabij is.
Ten eerste is de groei van de milieuproblematiek weliswaar afgeremd, maar de totale druk op het milieu blijft zeer hoog en neemt nog steeds toe. Ten tweede boeken we met onze huidige aanpak op slechts enkele aandachtsgebieden vooruitgang. Problemen op het ene domein worden soms afgewenteld naar andere domeinen. Ten derde is de gewonnen ademruimte slechts van korte duur indien ze opgevuld wordt door een groei in omzet. Zo wordt de winst van een betere autotechniek teniet gedaan wanneer het aantal auto's en het aantal gereden kilometers toeneemt. Ten vierde schieten technische ingrepen tekort als we te maken hebben met absolute grenzen zoals de onomkeerbare vernietiging van natuurelementen en de uitputting van eindige voorraden.

Als het gedrag, de instellingen, de richting van de technische ontwikkeling en van de investeringen in de maatschappelijke sectoren niet gevoelig veranderen, zal de druk op het milieu nog sterk toenemen in de komende jaren. De drukfactoren ruimtebeslag, energie- en grondstoffengebruik zijn niet direct vergelijkbaar maar wel onderling verbonden. Bij gelijkblijvend beleid schatten we de *totale drukstijging* gedurende de periode 1990-2010 op 30 à 40 %.

Milieuvraagstukken zijn diepgeworteld, talrijk, verspreid, en verweven.

- *Diepgeworteld* in onze manier van wonen, werken, ontspannen en reizen ligt de oorsprong van de meeste verstoringsprocessen. Onze levenswijze vergt veel milieu- en natuurgoederen zoals open ruimte, energie, water, grondstoffen.
- *Talrijk* zijn de stoffen en verschijnselen die het milieu verstoren. Ze leggen een zware belasting op de drie milieucompartimenten lucht, water en bodem en op de open ruimte. Dit boek behandelt zeventien verschillende probleemgebieden waarvan de belasting elkaar dikwijls overlapt en versterkt.

- *Verspreid* over het gehele grondgebied zijn de bronnen en effecten van verstoring. Grensoverschrijdende vervuiling vergroot sommige problemen tot op een Europese en zelfs mondiale schaal. Buffering van de oorzaken gedurende lange tijd vertraagt het ingrijpen, en naijling van de effecten vertraagt de zichtbare resultaten ervan.
- *Verweven* met elkaar en met alle maatschappelijke activiteiten, zijn de milieuproblemen niet zomaar toe te wijzen aan de meest nabije bron. De verantwoordelijkheid is verdeeld over alle maatschappelijke actoren.

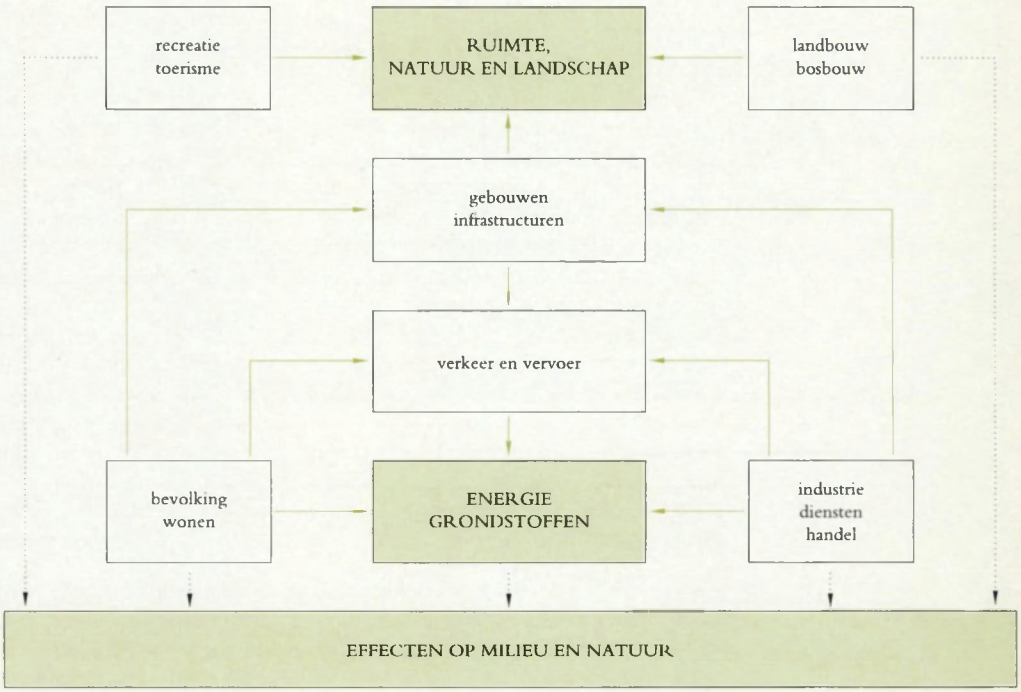
Het milieu vormt dus een complex beleidsvraagstuk. Daar waar de problemen ontstaan, moeten ook de oplossingen geboren worden. Daarom is een ommekeer op veel gebieden noodzakelijk.
Ten eerste moeten land, energie, water en grondstoffen in prijs stijgen: verspillingen en verstoringen zijn het gevolg van de ongeremde vrije toegang tot de milieu- en natuurgoederen. Behoud en herstel van milieu- en natuurwaarden zouden als doelstellingen en randvoorwaarden moeten gelden bij economische beslissingen. Dit kan door voorschriften uit te vaardigen en door mensen te overtuigen, maar financiële prikkels zijn hierbij een onmisbaar instrument, want ze verschaffen voelbare en blijvende signalen.
Ten tweede dient de overheid een prominente rol te spelen, niet als financier of bouwheer van allerhande installaties, maar als toonzetter van het maatschappelijk handelen. De overheid moet vastleggen welk gebruik van natuur en milieu nog toegestaan is en tegen welke voorwaarden. Bovendien moet ze er voor zorgen dat deze voorwaarden door iedereen worden nageleefd. Anders glijdt Vlaanderen af naar een lager welvaartsniveau aangezien vrijbuiters de negatieve milieu-effecten van hun gedrag zullen afwentelen op de gemeenschap. Alleen een goed uitgebouwd, bemiddeld en zelfstandig bestuurlijk apparaat kan het gemeenschapsbelang doen voorgaan op het kortzichtig eigenbelang, en op die wijze álle burgers een hoger welzijn verzekeren.
Ten derde kan de echte ommekeer alleen komen van de veroorzakers van de problemen, met andere woorden van ons allen. Ieder van ons moet zijn deel van de verantwoordelijkheid aanvaarden en opnemen. Zonder een evenwichtige collectieve inspanning kan het milieubeleid geen stap vooruit zetten. Telkens zal blijken dat de inspanning van één groep teniet wordt gedaan als de andere groepen niet gelijktijdig optreden.
Ten vierde is de weg naar een duurzame ontwikkeling lang en onbekend. Het is een weg die veel creativiteit vergt en waarbij men afstand moet nemen van gewoonten en spontane aspiraties. Het is onvruchtbaar alle hoop te blijven stellen op een technische oplossing. Technische oplossingen wentelen veel problemen af, wat op langere termijn de toestand alleen maar erger maakt. Het is nodig de aandacht en de inspanningen te heroriënteren naar structuur- en gewoonteverandering, naar herverdeling en naar groeibeheersing. Maatregelen van rationeel gebruik van land, energie, water en grondstoffen, en absolute vermindering van het milieu- en natuurgebruik zijn niet te vermijden. Hierbij speelt vooruitstrevende technologie een hoofdrol, maar geen solorol meer.

Leren om te keren is een bijdrage van de Vlaamse wetenschappelijke wereld aan het inzicht in de processen van milieu- en natuurverstoring. De aangereikte doelstellingen en maatregelen om deze processen te beheersen, effenen het pad naar een volwaardig milieubeleidsplan. Nu is het aan de overheid, aan de huishoudens, industrie en landbouw leren om te keren naar een duurzame ontwikkeling.

2 | Milieubedreigende ontwikkelingen

Deel II van het rapport beschrijft de sectoren en activiteiten met een belangrijke impact op de toestand van milieu en natuur. Figuur 1 toont de samenhang ertussen.

Figuur 1: Samenhang tussen maatschappelijke sectoren, en hun beslag op milieu en natuur.



Landbouw en *bosbouw* vergen veel ruimte. Samen met de natuur- en recreatiegebieden bedekken ze 78,3 % van het Vlaamse land in 1992. Dit betekent een aanzienlijke daling ten opzichte van 83,3 % in 1980. Vooral de landbouw is teruggedrongen door *gebouwen en infrastructuren*, die in ruimtebeslag gegroeid zijn met 30 % van 1980 tot 1992.

De uitbreiding van de bebouwing en van de infrastructuren komt voort uit de stijgende aanspraken van de *bevolking* op meer wooncomfort, ontspanning en welvaart. Evenredig hiermee groeien *industrie, diensten en handel* om de aanspraken in te willigen. De ruimtelijke spreiding van de gebouwen en van de economische activiteiten verhoogt de kosten van de nutsvoorzieningen en brengt omvangrijke stromen *verkeer en vervoer* met zich mee.

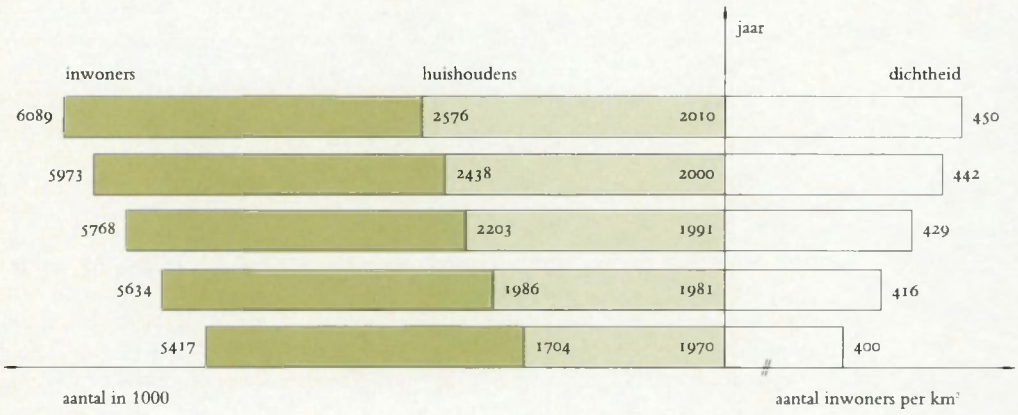
De levenswijze van de Vlaamse bevolking, haar manier van wonen, ontspannen, werken, verplaatsen, en de omvang en aard van de industrie hebben een grote invloed op het leefmilieu, onder meer via het gebruik van de stromen *energie en grondstoffen* die het Vlaamse Gewest jaarlijks invoert. De *effecten op milieu en natuur* komen in deel III van het rapport (punt 3 van deze samenvatting) aan bod.

Bevolking

Het aantal inwoners in het Vlaamse Gewest blijft traag groeien. Over de periode 1970-90 was er een toename van 0,3 % per jaar. Eenzelfde groeivoet in de periode 1990-2010 zal een uitbreiding met 350 000 inwoners meebrengen (figuur 2). In 1970 leefden op iedere km² Vlaams grondgebied 400 mensen; in 2010 zullen op dezelfde

km² 450 mensen leven. De langzame groei van de bevolking vertraagt de belastende druk op milieu en natuur. Tegelijkertijd treden diepgaande structurele wijzigingen op, zoals de vergrijzing en de gezinsverdunning. Terwijl in 1970 een huishouden nog gemiddeld 3,18 personen bevatte, is dit gedaald tot 2,62 in 1991, en een verdere verdunning tot 2,36 in 2010 is waarschijnlijk.

Figuur 2: Bevolking in het Vlaamse Gewest 1970-2010.



Wonen

Een toenemend aantal mensen in kleinere huishoudens betekent een groter aantal huishoudens en dus ook meer woningen op dezelfde begrensde ruimte. In de periode 1980-91 werden ieder jaar circa 30 000 nieuwe woningen opgetrokken en steeg de oppervlakte bedekt met woongebouwen van 7,5 % tot 10 % van de totale oppervlakte van Vlaanderen. Voor de periode 1991-2001 zou dit verder stijgen tot 11,8 %.
De woningen beschikken over steeds meer comfort. In 1970 verwarmen nog 55 % van de huishoudens met een kolenkachel; in 1990 is dit gedaald tot minder dan 10 %. Hiervoor in de plaats is er centrale verwarming gekomen op olie of aardgas, of elektrische verwarming. In 1970 had maar 40 % van de woningen sanitair comfort (badkamer, WC met spoeling, stromend water); in 1990 is dit 86 % geworden. Nagenoeg alle nieuwe woningen in 1990 sluiten aan op de waterleiding, maar slechts 88 % kunnen het afvalwater lozen in een riool.
Naar de toekomst toe zou het huishoudelijk verbruik van water, elektriciteit en brandstoffen dubbel zo snel groeien als het aantal mensen zelf.

Economische activiteit

Het Bruto Geografisch produkt geeft het resultaat weer van de economische activiteit in het Vlaamse Gewest. In tabel 1 zijn het Bruto Geografisch produkt van de voorbije jaren 1980, 1985 en 1990 vermeld naast vooruitzichten voor de jaren 2000 en 2010. In de periode 1980-90 was er een reële groei van 2,2 % per jaar, en voor de volgende decennia wordt een groei van respectievelijk 2,3 % en 2,4 % per jaar verwacht. Over de tijdspanne 1980-2010 betekent dit een verdubbeling van de materiële produktie in Vlaanderen. Met de trage groei van de bevolking in dezelfde periode leidt dit tevens tot bijna een verdubbeling van het gemiddelde produkt per inwoner (+ 83 %).

Tabel 1: Economische groei en structuur van de economie (1980-2010).

Jaar	Bruto Geografisch produkt BF-prijzen 1985		Aandeel van de activiteitssectoren in de Bruto Toegevoegde Waarde[a]		
	Totaal in miljard BF	Per hoofd in 1000 BF	Landbouw	Industrie	Diensten
1980	2381	424	2,9	42,3	56,1
1985	2531	446	2,9	40,3	58,7
1990	2966	517	2,5	39,2	59,7
2000	3723	625	2,5	34,1	63,4
2010	4719	775	2,5	31,3	66,2

[a] *In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen wordt een scenario aangenomen waarin het aandeel van de industrie zou dalen tot 24,1 % in 2007.*

Bron: Algemene Planningsdienst, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1994.

Een structureel kenmerk van de Vlaamse economie is het groeiend belang van de diensten en handelssector (tertiarisering). Dit verschijnsel heeft zich bevestigd in de periode 1980-90 en men veronderstelt een verderzetting in de komende twintig jaar. Als de trends zich doorzetten, realiseert de tertiaire sector in 2010 tweederde van de Bruto Toegevoegde Waarde tegen een derde voor de industrie en landbouw samen.

Ook al daalt het aandeel van de industrie, de industriële activiteit zelf zou nog fors toenemen. De chemische sector vertegenwoordigt 46 % van de produktiewaarde in het Vlaamse Gewest in 1990, en groeit verder met 36 % tot 2000 en met 76 % tot 2010 tegenover het jaar 1990. Deze groei slaat ook op de basischemie, de meest energie- en grondstoffenintensieve tak van de chemie.
Het gebruik van energie en grondstoffen in de industrie blijft stijgen, ondanks de verwachte efficiëntieverbeteringen. Zo neemt het industrieel energiegebruik toe met 22 % in 2000 en met 31 % in 2010 tegenover het jaar 1990.

Landbouw

De landbouw is zeer afhankelijk van de grond en van andere natuurfactoren. In de periode 1980-92 is 6,7 % van het landbouwareaal ingenomen door bebouwing en infrastructuren (figuur 3). Een verdere inname van landbouwgrond ligt in het verschiet, terwijl het natuurbehoud een omkering noodzaakt in de intensivering van de bewerking van het land. Deze omkering impliceert een trendbreuk met de evolutie van mechanisering, toepassing van bestrijdingsmiddelen, van chemische meststoffen en van rasverbetering bij dieren en planten, waarmee de landbouw de produktie op een krimpend areaal opdreef.
Jaarlijks brengt de landbouw in Vlaanderen 300 000 ton stikstof (40 % chemisch/60 % dierlijk) en 50 000 ton fosfor (33 % chemisch/66 % dierlijk) op het land, waarvan de gewassen minder dan de helft opnemen.
Tabel 2 geeft de evolutie van de landbouw. In de periode 1980-91 daalde het aantal beroepsbedrijven met 27 %, maar steeg de bedrijfsomvang evenals de veestapel (bv. met 9,5 % voor runderen, met 32 % voor varkens en met 21 % voor pluimvee).

Tabel 2: Evolutie van de Vlaamse Landbouw 1980-2000.

	1980	1991	2000
Aantal runderen	1 586 015	1 717 317	1 460 000
Aantal varkens	4 751 519	6 277 609	6 280 000
Stuks pluimvee	21 263 018	25 689 788	30 830 000
Aantal beroepsbedrijven	51 792	38 115	31 000
Hectare per bedrijf	11,2	14,1	16,3

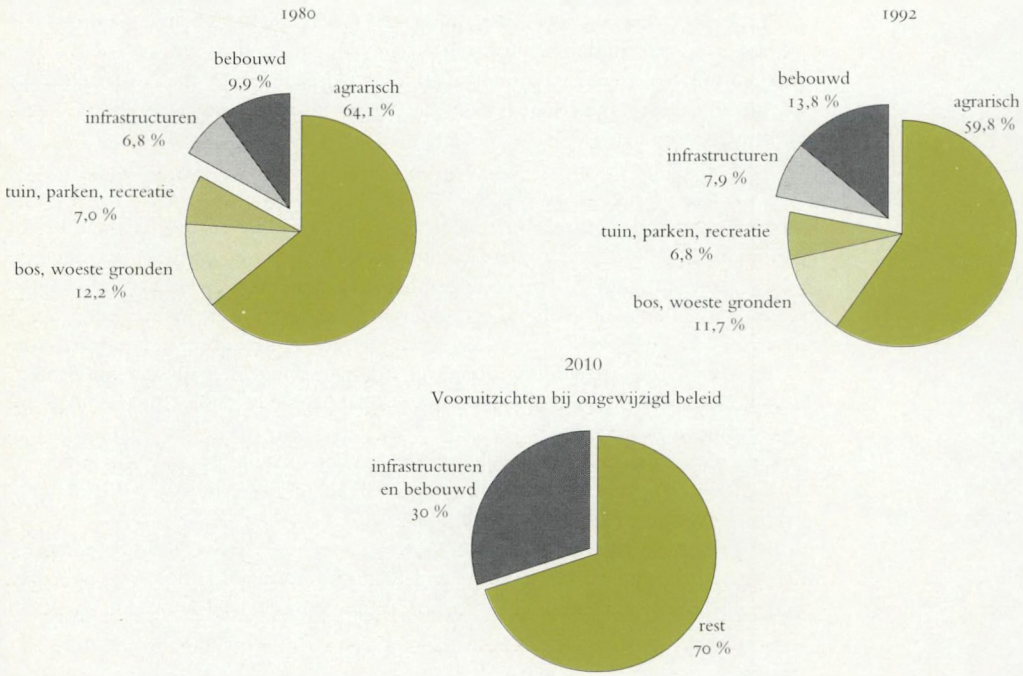
Bossen

Vlaanderen heeft maar twee bossen die groter zijn dan 800 hectare. Meer dan de helft van de bosoppervlakte bestaat uit percelen kleiner dan 100 hectare. De bebossing is ongelijk gespreid over het Gewest: 2 % van de oppervlakte van West-Vlaanderen, 5 % van Oost-Vlaanderen, 10 % van Brabant, 12 % van Antwerpen en 13 % van Limburg. Bossen vervullen een schermfunctie voor geluid, visuele vervuiling en erosie. De Vlaamse bossen leveren jaarlijks 650 000 m^3 hout op. Dit is ongeveer 10 % van het totale houtverbruik. De rest (90 %) wordt ingevoerd vanuit het buitenland, waarmee Vlaanderen buitenlandse ecosystemen belast. Een zesde van de Vlaamse bossen is opengesteld voor het publiek, terwijl bosbezoek de belangrijkste vorm van openluchtrecreatie is.
De economische en recreatieve functies van de bossen komen dikwijls in conflict met de ecologische, educatieve en wetenschappelijke functies.

Gebouwen en infrastructuren

Naast woongebouwen, nemen commerciële en industriële gebouwen en infrastructuren een steeds groter deel in van het grondgebied (figuur 3). De bebouwde ruimte beslaat 13,8 % in 1992 (driekwart hiervan voor de woningen), en de ruimte ingenomen door infrastructuren beloopt 7,9 %. Samen betekent dit 21,7 % van Vlaanderen of 2 935 km^2.

Figuur 3: Bodembezetting in het Vlaamse Gewest in 1980 en 1992.



In de jaren '80 steeg de gemiddelde oppervlakte door een woning ingenomen met 105 m^2 van 578 m^2 in 1981 tot 683 m^2 in 1991. Wanneer het ruimtebeslag voor wonen zich zo verder ontwikkelt, zal tegen het jaar 2010 nog eens 550 km^2 Vlaamse grond ingenomen worden door woningen. De niet-woongebouwen zijn in ruimte-

beslag met 4 % per jaar gegroeid in de periode 1980-91. Een vertraagde groei van 3 % betekent 375 km² extra oppervlakte tegen 2010. De infrastructuren zouden toenemen met ongeveer 120 km², waarvan de helft voor industrieterreinen en ambachtelijke zones. Samen leidt dit tot 1 045 km² extra grondbeslag, of een totaal van 3 980 km² of bijna 30 % van het Gewest. Dit zou een uitzonderlijk grote druk op de open ruimte betekenen.
Naast ruimtebeslag veroorzaken de gebouwen en infrastructuren nog andere druk op het milieu. Zo zullen 15 tot 30 % van de woningen nooit op een collectieve waterzuivering aansluitbaar zijn, zodat het afvalwater ervan bodem- en oppervlaktewater bedreigen. Van nu tot het jaar 2010 zal de uitbreiding van de Vlaamse zeehavens en waterwegen nog eens 12,4 km² ruimte extra opslorpen en een bijkomend overschot van 85 miljoen m³ grondmateriaal scheppen.

Verkeer en vervoer

Door de ruimtelijke spreiding van de economische functies zijn de transportstromen in en door het Vlaamse Gewest sterk gezwollen. Jaarlijks legt de gemiddelde Vlaming meer dan 10 000 km af. In 1990 bedraagt het aantal personen-km 60 miljard, waarvan 68 % per auto, 12 % met het spoor, 8 % per bus en de resterende 12 % te voet, per fiets of op de motorfiets.
In de periode 1980-90 is het personenverkeer met ongeveer 50 % of 20 miljard km toegenomen, waarbij de groei van het autoverkeer met 66 % nog sterker was. Als de groei zich doorzet, stijgt over de periode 1990-2010 het aantal autokilometer met nog eens 50 % en het aantal personenwagens van 2,25 miljoen in 1990 tot 3,15 miljoen in 2010 (+ 40 %). Ook het openbaar vervoer dat stagneerde in de jaren '80, zou groeien met 16 % in de periode 1990-2010. Alles overtreffend is het luchtverkeer met een verwachte toename van maar liefst 65 %.
Het goederenvervoer vertoont een gelijkaardig beeld met een volumestijging van 45 % over de periode 1980-90 tot 27 miljard tonkilometer. De groei van het vrachtvervoer over de weg bedroeg 75 % waardoor zijn marktaandeel toenam van 55 % tot 70 % in 1990. Het aandeel van spoor en binnenvaart is dus gedaald van 45 % tot 30 %. Voor de periode 1990-2010 zouden de vervoerde vrachten nog stijgen met 50 % voor bestelwagens, 35 % voor vrachtwagens, 24 % voor het spoor en 18 % voor de binnenvaart.
Het directe ruimtebeslag in 1993 van de transportinfrastructuur inclusief garages in woningen bedraagt 1025 km² of 7,6 % van het Vlaamse grondgebied, waarvan een kwart voor de havens en waterwegen, 4 % voor de spoorwegen en 67 % voor de wegen. Het verkeer en vervoer verbruiken materialen en brandstoffen in grote hoeveelheden. In de periode 1980-90 is de technische efficiëntie verbeterd met 28 % bij dieselwagens en met 19 % bij benzinewagens. Een verdere verbetering met 20 % tot 2010 lijkt haalbaar. Toch is het energiegebruik sterk gestegen over de jaren 1980-90 en bij een ongewijzigd beleid staat ons een nog sterkere stijging te wachten.

Energie en grondstoffen

Het energiegebruik is de veroorzaker van veel milieuverstoringen. Ook de sector van energiewinning, invoer, omzetting en verdeling is een vervuilende industriële activiteit. Van de beschikbare energie in Vlaanderen in 1990 gaat 30 % verloren in de energiesector zelf. Van de resterende eindenergie neemt de industrie 12,3 % op als grondstof, vooral voor de aanmaak van plastics en meststoffen. Van het eigenlijke energiegebruik gaat dan 33,1 % naar de industrie, waarvan de sectoren chemie en staal samen 64 % uitmaken. Transport neemt 28,2 % op met een aandeel van 64 % voor de personenwagens. 25 % is voor de huishoudens en 13 % voor de tertiaire sector en de landbouw. Het energiegebruik per inwoner bedraagt gemiddeld 206 GJ wat hoger ligt dan het Europees gemiddelde van 143 GJ. Het Vlaamse energiegebruik komt overeen met een verbruik van ongeveer 5 700 liter stookolie of 5 500 m³ aard-

gas per inwoner. De mensen kopen een kwart hiervan direct aan in de vorm van elektriciteit en brandstoffen voor de woning en als autobrandstof. Driekwart van het energiegebruik is indirect.
Over de periode 1980-90 daalde het energiegebruik per eenheid produkt met 15 %. Het totale gebruik was in 1990 praktisch even hoog als in 1980 na een daling in de eerste drie jaren van de periode en een stijging nadien. Bij een onveranderd beleid zou over de periode 1990-2010 een groei optreden van respectievelijk 34,6 % van de primaire energievraag, 31,4 % van de industriële vraag, 28,4 % van de transportvraag en 24,5 % van de huishoudelijke en aanverwante sector.
Over het grondstoffenverbruik zijn weinig gegevens voorhanden. Een indirecte meting zou zich kunnen baseren op de geproduceerde hoeveelheden afval, maar voldoende informatie ontbreekt ook hier.
Het jaarlijks waterverbuik in miljoen m^3 wordt geschat op 240 voor de huishoudens, 120 voor de landbouw en 600 voor de industrie. Zonder besparingsbeleid worden hier groeicijfers verwacht van respectievelijk 22 %, 8,5 % en 28 % tegen 2010.

3 | Effecten op milieu en natuur

Verandering van klimaat: broeikaseffect

De concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer is de laatste decennia snel toegenomen. Dit kan leiden tot een onevenwichtige opwarming van de aarde en tot een verandering van het klimaat. Vanwege de cruciale betekenis van het klimaat voor het voortbestaan van het leven op aarde, heeft dit verschijnsel veel aandacht gekregen. Ontegenzeglijke vaststelling van een door de mens veroorzaakte klimaatverandering is niet te verwachten binnen de eerstkomende 10 jaar.
In het rijke en geïndustrialiseerde Vlaanderen bedraagt de uitstoot van de broeikasgassen koolstofdioxide (91 %) en de gassen methaan en distikstofoxide (9 %) samen 12 200 kg CO_2 equivalenten per inwoner in 1990.
De sectoren die de emissies ten bedrage van 70,2 miljard kg in 1990 veroorzaken, zijn in figuur 4 vermeld. Voor de industrie komt daar nog een gebruik van ongeveer 34 miljard kg CO_2 equivalenten bij in de vorm van CFK's. De landbouw is de grootste bron van de emissies van methaan (66 %) en van distikstofoxide (51 %), maar behalve in de tuinbouw neemt de plantengroei meer CO_2 op dan de landbouw veroorzaakt.

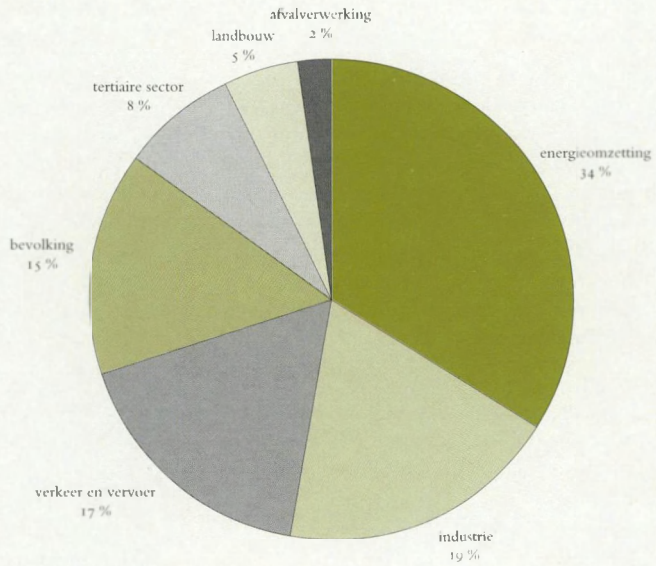
Het broeikaseffect is een mondiaal probleem. De gevolgen zullen de gehele wereld treffen en de bronnen van de emissies zijn wereldwijd verbreid. Afspraken over de gedeelde verantwoordelijkheid en over de taakstellingen moeten op mondiaal vlak tot stand komen.
Om de beoogde stabilisatie van de concentratie van broeikasgassen bepaald door de Conventie van Rio te halen, is een vermindering met meer dan 50 % van de uitstoot van CO_2 en N_2O in de industrielanden noodzakelijk. België heeft zich verbonden tot een CO_2-emissiedaling met 5 % over de periode 1990-2000. De verbranding van brandstoffen veroorzaakt de CO_2-emissie zodat een beheersing van het energiegebruik centraal staat in het reductiebeleid. Zonder vernieuwend energiebeleid is het onwaarschijnlijk dat de -5 % binnen bereik is.

Aantasting van de ozonlaag in de stratosfeer

Een verdunning van de stratosferische ozonlaag verhoogt de UV-B-straling op aarde. Dit beïnvloedt de groei van het zeeplankton en van de groene landplanten negatief. Voor de mens zal de verhoogde UV-B-straling vormen van huidkanker en oogaandoeningen met zich meebrengen.
De verdunning van de ozonlaag is te wijten aan de CFK's. Deze industrieel gemaakte

gassen dienen als drijfgas in spuitbussen, als koelvloeistof, als blaasmiddel in isolatie- en verpakkingsstoffen, als brandbestrijdingsmiddel en als oplos- en reinigingsmiddel. Het CFK-verbruik in Vlaanderen steeg eerst van 1 057 ton in 1970 tot 5 928 ton in 1980, en tot 7 065 ton in 1990. Door een actief beleid is dit gedaald tot 4 296 ton in 1992. Volledige afbouw is voorzien zodat men zich nu toelegt op vervangingsprodukten en op de vernietiging van de bestaande voorraden. De vervanging van harde CFK's door zachte, die de ozonlaag niet of slechts matig beïnvloeden, blijft bedreigend voor de klimaatverandering omdat zachte CFK's wel een hoog broeikasversterkend effect bezitten. De inzameling en vernietiging van de harde CFK's vereisen op korte termijn de uitbouw van een ophaal- en verwerkingsstructuur.

Figuur 4: Aandelen van de sectoren in de emissies van broeikasgassen (Vlaanderen, 1990).



Verzuring

Verzuring is een continentaal milieuvraagstuk dat veel aandacht kreeg in de jaren '80 vanwege de verzuring van meren en van natuurlijke bodems in Scandinavië en Midden-Europa. Verzuring wordt veroorzaakt door de droge en natte depositie van chemische verbindingen die afkomstig zijn van de emissies van zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxides (NO_x) en ammoniak (NH_3). De wind kan de eerste twee stoffen over afstanden van honderden kilometer meevoeren. Ammoniak slaat neer in de nabijheid van de bron en zeker binnen een afstand van enkele kilometers. Vanwege het grensoverschrijdend karakter van de verzuring is er een Europees beleid ontwikkeld binnen het kader van de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties.

Voor de immissie van SO_2 en NO_x zijn kwaliteitsdoelstellingen vastgesteld door de

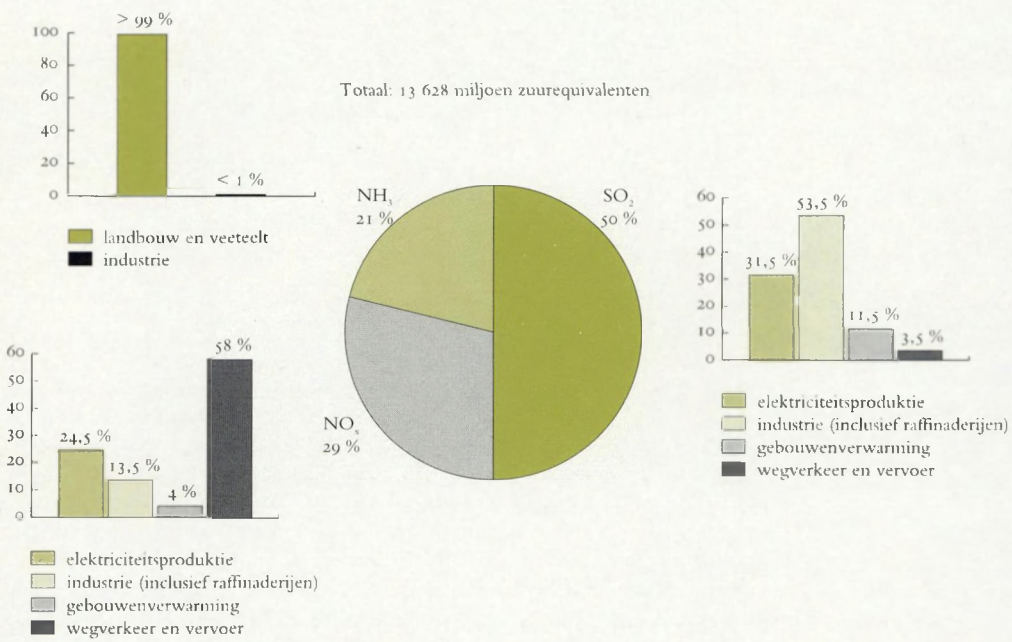
Wereld-Gezondheidsorganisatie. Als depositiedoelstelling voor Vlaanderen geldt 2400 zuurequivalenten per hectare in 2000, zodat een vermindering van 53 % nodig is ten opzichte van de depositie van 5126 in 1990. Tabel 3 vermeldt de streefcijfers op Europees vlak vertaald naar emissiedoelstellingen voor Vlaanderen.

Tabel 3: Emissie van verzurende stoffen en doelstellingen anno 2000 en 2010.

Jaar	SO_2	NO_x	NH_3
1980	100	100	100
1990	42,6	90,6	111,1
1991	42,3	90,3	111,3
2000	16	70	80
2010	8	30	40

Een sterke daling van SO_2 (- 50 %) en NO_x (- 23 %) emissies vond plaats in de periode 1980-85 door de ingebruikname van een groot nucleair vermogen en door de vervanging van zwavelrijke door zwavelarme brandstoffen. Sindsdien zijn de emissies van SO_2 traag gedaald, van NO_x opnieuw gestegen en van ammoniak zijn ze blijven toenemen. In 1991 bedroeg de totale emissie 13 628 miljoen zuurequivalenten. De herkomst van de verzurende emissies zijn samengevat in figuur 5. Door zwavelarme brandstoffen en door het plaatsen van de driewegkatalysator op auto's lijken de doelstellingen anno 2000 haalbaar voor SO_2 en NO_x. Zonder structurele wijzigingen zijn verdere reducties moeilijk, nog versterkt door de geplande sluiting van de Belgische kerncentrales in 2010.

Figuur 5: Herkomst van de verzurende emisses (1991).



Fotochemische Luchtverontreiniging

Onder invloed van zonlicht (fotonen) vindt een chemische reactie plaats tussen stikstofoxyden (NO_x) en Vluchtige Organische Stoffen (VOS), met vorming van ozon in de onderste luchtlagen van de atmosfeer tot gevolg. Zo dicht aan het aardoppervlak is ozon schadelijk voor de gezondheid van mens en dier en voor de plantengroei. De achtergrondconcentratie van ozon bedraagt ongeveer 40 $\mu g/m^3$ en vanaf 240 $\mu g/m^3$ worden de symptonen voor de mens geleidelijk zichtbaar. Wanneer er een crisissituatie van te hoge ozonconcentratie optreedt, kan men daar bijzonder weinig aan doen door bijvoorbeeld het verkeer en de industriële activiteit te verminderen. Over geheel Europa is een gezamenlijke reductie met 60 à 70 % van de emissies van NO_x en VOS nodig om in onze streken de concentratie van 240 $\mu g/m^3$ niet langer te overschrijden. De maatregelen moeten structureel van aard zijn en in de eerste plaats gericht zijn op het verkeer omdat die NO_x en VOS gezamenlijk in grote hoeveelheden emitteert.

Vermesting

Vermesting is de ontregeling van ecologische processen door een overmatige toevoer van voedingsstoffen naar het milieu. Planten en dieren die alleen gedijen in een voedselarme omgeving ondervinden de meeste schade van vermesting. Door de aantasting van het grondwater wordt ook de drinkwatervoorziening bedreigd.
Stikstof (N) en fosfor (P) zijn de belangrijkste vermestende stoffen. Aan een kg fosfor wordt een 10 keer hoger gewicht toegekend dan aan een kg stikstof om het vermestingseffect te meten, ook al is de werking van de twee stoffen moeilijk vergelijkbaar. De herkomst en hoeveelheden van de vermestende stoffen staan in tabel 4.

Tabel 4: Emissies van Stikstof N en Fosfor P in 1991.

	Herkomst	Stikstof (N)		Fosfor (P)		Totale vermesting
		miljoen kg	%	miljoen kg	%	%
Lucht	NO_x	55	14,2			5,5
	Ammoniak	40	10,3			4,0
Water	Afvalwater	32	8,2	12	19,7	15,2
	Dierlijk mest	128	33,0	32	52,5	44,9
Bodem	Mineraal mest	126	32,5	13	21,3	25,7
	Reststoffen	7	1,8	4	6,5	4,7
	Totaal	388	100	61	100	100

De stikstofbalans van de Vlaamse cultuurbodem wijst op een verlies van 75 miljoen kg stikstof door ammoniakvervluchtiging en door afvoer naar het oppervlaktewater. De balans vertoont een overschot van 58 miljoen kg. Op de fosforbalans bedraagt het overschot 24 miljoen kg (of 49 % van de totale aanvoer). Dit hoopt zich op in de bodem en zal na verloop van tijd het grondwater verontreinigen. De netto stikstof-en fosforbelasting is afkomstig van de landbouw (56 %), de industrie (16 %), de huishoudens (22 %) en het verkeer (6 %).

Verspreiding van gevaarlijke stoffen

De meeste milieuverstoringen worden gedragen door een of meer gevaarlijke stoffen. Het is nuttig enkele stoffen afzonderlijk te bekijken vanwege het gevaarlijke en verspreide karakter ervan. Voor vier groepen van stoffen heeft de Derde Noordzee-conferentie emissiereducties afgesproken van minstens 50 % tegen 1995:

- Vluchtige Organische Stoffen (VOS), zoals benzinedampen, brandstof in de uitlaatgassen van auto's, CFK's, oplosmiddelen, ... ;
- Onvolledige verbrandingsprodukten, zoals koolstofmonoxide (CO), polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's), dioxines, ...;
- Pesticiden of bestrijdingsmiddelen tegen onkruid, insekten en schimmels;
- Zware metalen, zoals arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel, zink.

Daarenboven zijn er nog twee groepen bijzondere aandachtsstoffen: radionucliden, zoals het gas radon en de radioactieve afvalprodukten van de industrie, en fijne zwevende stofdeeltjes in de lucht (aërosolen). Aërosolen doen dienst als een verspreidingsvoertuig voor gevaarlijke stoffen, zodat de emissie en concentratie van aërosolen in samenhang met de gevaarlijke stoffen worden bestudeerd. De onvolledige verbrandingsprodukten zijn de belangrijkste kankerverwekkers van de chemische stoffen.

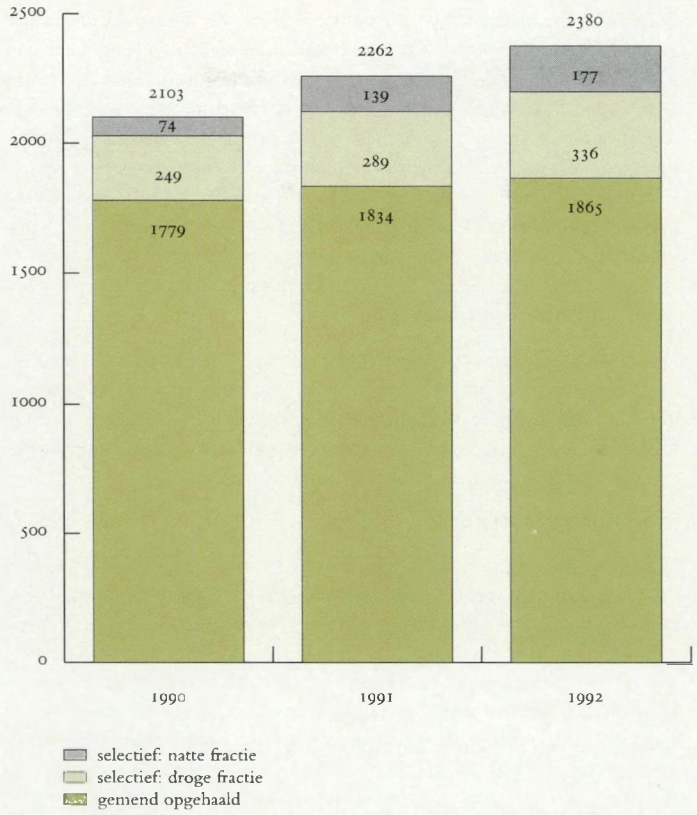
Bovenop de verscheidenheid aan gevaarlijke stoffen komt een nog grotere verscheidenheid aan bronnen van deze stoffen. Het autoverkeer is met 49 % de grootste bron van VOS. Bijvoorbeeld VOS-concentraties gemeten in de Brusselse autotunnels, zijn 30 à 80 keer hoger dan in de binnenstad en 100 à 300 keer hoger dan in industriezones. De auto is ook een grote bron van onvolledige verbrandingsprodukten (90 % van de CO en 25 % van de PAK's), naast de gebouwenverwarming (50 % van de PAK's). Land- en tuinbouw zijn de grote pesticidegebruikers waarbij dikwijls meer dan 80 % van de pesticide niet de bedoelde uitwerking heeft maar terecht komt in de bodem, het water of de lucht. Ook huishoudens, bedrijven en overheden benutten bestrijdingsmiddelen in tuinen en plantsoenen, en voor de verduurzaming van hout. Zware metalen komen uit veel bronnen voort en we vermelden enkel de belangrijkste veroorzaker met het aandeel per metaal. Het autoverkeer (54 % van de zink, 51 % van het lood, 44 % van het koper en 28 % van de nikkel) is de belangrijkste veroorzaker. Andere zijn de chemiesector (71 % van het cadmium) en de basismetaal sector (67 % van het arseen en 29 % van het chroom). De afvalverbranding is de belangrijkste veroorzaker van kwik (71 %) en ook van dioxinen (49 %).
Er is nog geen coherente aanpak voor de reductie van gevaarlijke stoffen. Zo blijken de vergunde vuilvrachten van zware metalen voor lozingen naar het water 2 tot 26 keer hoger te liggen dan de gemeten vuilvrachten. Voor cadmium is dit 18 keer en voor kwik 26 keer terwijl dit twee stoffen zijn waarvan de emissies met 70 % omlaag moeten gedurende de periode 1985-95 volgens de Derde Noordzeeconferentie.

Afvalstoffen

Een hoeveelheid materie bestempelen hetzij als grondstof, hetzij als afvalstof hangt af van technologische en economische omstandigheden, en van juridische en administratieve bepalingen. Definities variëren bijgevolg met plaats en tijd,wat de opvolging van het afvalstoffenprobleem bijzonder moeilijk maakt. Degelijk cijfermateriaal over de meeste stofstromen ontbreekt nog. Enkel de huishoudelijke en enkele soorten industriële afval komen hier aan bod (figuur 6 en tabel 5).

Ondanks een toenemend milieubewustzijn stijgt de produktie van huisvuil en grofvuil onmiskenbaar. Het hoger milieubewustzijn resulteert vooral in meer gescheiden aanlevering, niet zozeer in voorkoming van afval. Huishoudelijk afval omvat zeer diverse stoffen. In de gemiddelde vuilzak is over de periode 1985-94 het gewichtsaandeel van de natte fractie gestegen van 44 % tot 50 %, dit vooral door een daling van de aandelen van papier en glas die de huishoudens nu meer gescheiden aanbieden. Het aandeel van de kunststoffen in het gewicht is gestegen van 6 tot 7,5 %. Het KGA (Klein Gevaarlijk Afval) wordt nog maar beperkt selectief ingezameld (1,13 miljoen kg in 1990 en 1,55 miljoen kg in 1992).

Figuur 6: Hoeveelheden voortgebrachte huishoudelijke afvalstoffen ingedeeld naar ophaalwijze (in miljoen kg).



Het industrieel afval komt voort uit talrijke processen en is dikwijls moeilijk te typeren. De bedrijven moeten de voortgebrachte afvalstoffen melden maar de volledigheid en consistentie in de tijd van de meldingen zijn niet verzekerd. Tabel 5 bevat de hoeveelheden en het aantal meldende bedrijven voor vijf belangrijke afvalstromen voor de jaren 1987 en 1992.

Tabel 5: Melding van industriële afvalstoffen (1987 en 1992).

Afvalsoort	Melding 1987		Melding 1992		Index 1992 (1987=100)	
	Aantal meldingen	Hoeveelheid afval (miljoen kg)	*Aantal meldingen*	Hoeveelheid afval (miljoen kg)	*Melding*	Afval
Giftig en gevaarlijk	*457*	229	*852*	219[a]	*186*	96
Anorganisch[b]	*1750*	2063	*2675*	1347[a]	*153*	65[b]
Organisch/synthetisch	*2369*	667	*3626*	779	*153*	117
Mengsels anorg-organ	*123*	155	*198*	225	*161*	145
Organisch/Biologisch	*1762*	1055	*2556*	1504	*145*	143

[a] *de verschuiving in 1992 van 112 miljoen kg van 'giftig en gevaarlijk' naar 'anorganisch' is in deze tabel niet doorgevoerd (zie hoofdstuk III.5)*

[b] *de chemische sector alleen zorgde voor een daling met 881 miljoen kg.*

Door het wijzigend aantal meldende bedrijven en de verschuivingen in classificatie van de afvalstoffen is de evolutie aangegeven in tabel 5 omzichtig te interpreteren. Giftig en gevaarlijk afval wordt voor meer dan 90 % gemeld door de chemie en de eerste bewerking van metalen. De hoeveelheden blijven ongeveer constant. Bij anorganisch afval heeft de chemie voor een daling gezorgd van 1 070 miljoen kg in 1987 naar 190 miljoen kg in 1992. Bij de drie laatste groepen van afvalstoffen stijgt de index van de gemelde hoeveelheden, maar dit kan evenzeer te danken zijn aan een betere opvolging van de meldingsplicht dan te wijten aan een hogere produktie. Ongeveer de helft van het organisch/synthetisch afval is benoemd als opruimafval met organische stoffen belast en afkomstig van diverse sectoren (chemie, textiel, voeding, enz.). De mengsels anorganisch-organisch afval bestaan voor meer dan 90 % uit slibs van waterzuiveringsinstallaties. Het organisch/biologisch afval is afkomstig van veel sectoren (o.a. voeding, hout, papier).

Het afvalstoffenplan 1991-95 stelt taakstellingen voor preventie en recuperatie. Van het huishoudelijk afval zou daardoor 36 % in 1995 en 58 % in 2000 niet meer mogen verbrand of gestort. Voor bedrijfsafval gaat het over 64 % in 1995 en 75 % in 2000. Om deze doelstellingen te halen, moeten aandacht en inspanning opschuiven van het verwerken van afval naar het voorkomen van afval.

Waterverontreiniging

Water vervult een onuitputtelijke waaier van functies in de huishoudens (voeding, sanitair), industrie (proces- en koelwater), landbouw (bevloeiing, dierenvoeding en sanitair), vervoer (binnenvaart), recreatie (watersport, vissen), natuurbehoud (habitat van dieren en planten). Deze vele belangrijke functies zijn bedreigd door het gebruik van de waterlopen als riool en door de vervuiling van het grondwater.
De kwaliteit van het water in Vlaanderen is slecht en verbetering komt maar zeer traag op gang ondanks de omvangrijke investeringsprogramma's. Op 861 metingen in 1992 geven er 81 % aan dat de biologische kwaliteit van het oppervlaktewater onvoldoende is. Dit betekent niet noodzakelijk een verbetering tegenover de 84 % op basis van 415 metingen in 1990, omdat de metingen misschien meer plaatsvinden in de minder vervuilde delen van de stroombekkens. De fysisch-chemische kwaliteit over de periode 1990-92 blijft slecht maar er is een positieve verschuiving van 'zeer slechte' naar 'slechte' toestanden. De waterbodems van vele benedenlopen zijn zwaar verontreinigd met zware metalen en organische micropolluenten. Bij het grondwater zijn tot nu toe vooral de ondiepe lagen aangetast, onder meer door lekkende brandstoftanks en door nitraten. Bijna 40 % van het onderzochte water uit ondiepe putten in Limburg overschreed het EU- drinkwaterrichtniveau voor nitraat (25 mg NO_3/l). Tussen september 1989 en juli 1992 overschreden de drinkwatermaatschappijen in Vlaanderen herhaaldelijk de kwaliteitsnormen voor drinkwater.

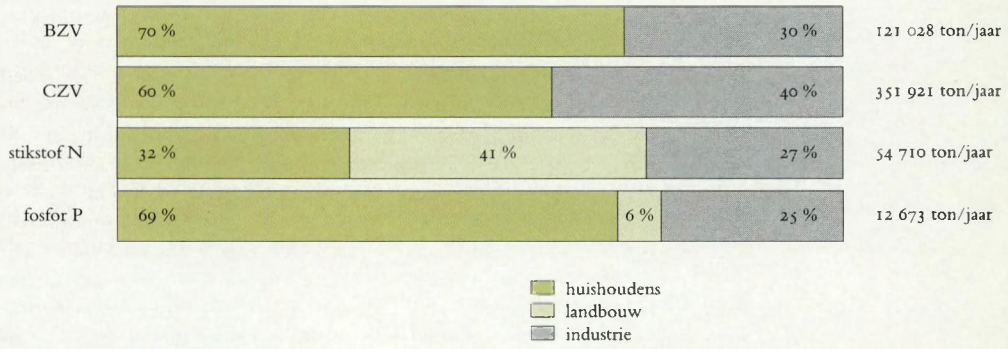
De waterkwaliteit wordt bepaald op basis van opgeloste zuurstof, aanwezige zuurstofbindende stoffen (BZV = biologische zuurstofvraag; CZV = chemische zuurstofvraag), voedingsstoffen (stikstof, fosfor), zware metalen, organische microverontreinigingen en ziektekiemen. Meting van de kwaliteit gebeurt aan de hand van stalen. Hoofdstuk III.6 geeft een omrekening van de emissies in de waterlopen naar immissieconcentraties per rivierbekken. Tabel 6 bevat de resultaten.

Er vindt praktisch overal een overschrijding plaats van alle normen. Bovendien is bijvoorbeeld de norm voor fosfor van 1 mg/l nog lang niet streng genoeg aangezien bij een concentratie van 0,1 mg/l het water al te voedselrijk is.
Voor de verontreiniging van het water zijn alle doelgroepen verantwoordelijk, zoals in figuur 7 weergegeven.

Tabel 6: Berekende immissieconcentraties in mg/l per rivierbekken voor BZV, CZV, stikstof N en fosfor P in 1991.

Rivierbekken	BZV	CZV	stikstof N	fosfor P
Polders en Gentse Kanalen	34,6	111,3	21,1	3,5
IJzer	13,3	39,1	15,8	2,0
Leie	54,9	165,1	23,1	4,9
Dender	47,8	129,4	15,6	3,8
Boven-Schelde	43,2	130,6	13,0	3,7
Nete	21,6	61,8	8,5	2,1
Demer	28,6	72,7	9,0	2,6
Dijle	46,3	114,2	11,0	3,8
Beneden Schelde	39,2	111,3	13,8	4,0
Totaal	33,2	96,5	15,0	3,5
Norm basiskwaliteit	*6*	*30*	*5-10*	*1*

Figuur 7: Aandeel van de doelgroepen in de emissies naar het oppervlaktewater (1991).



Omtrent de lozing van agrarisch afvalwater en de afspoeling van zuurstofbindende stoffen (CZV, BZV) van landbouwgronden zijn geen cijfers voor Vlaanderen beschikbaar.

Een grootschalig investeringsprogramma in rioolsystemen en in zuiveringsstations is sinds 1990 van start gegaan. Het overgrote deel van de financiële middelen voor het milieubeleid gaat naar dit programma ten koste van alle andere beleidsdomeinen en benaderingen. Toch kan het programma alleen geen zuiver water garanderen. De verspreide bebouwing zal verhinderen dat een aansluitingsgraad van woningen van meer dan 80 % haalbaar is in Vlaanderen. Diffuse lozingen (landbouw, percolaten van storten, lekkende olietanks) lenen zich niet voor deze centraliserende aanpak. De talrijke overstorten kunnen piekconcentraties tot gevolg hebben en de inspanning van vele maanden verzamelen en zuiveren op korte tijd ongedaan maken. De zuiveringsstations slagen er ook niet in alle vervuilende stoffen uit het water te verwijderen. De wel onttrokken verontreiniging komt terecht in het zuiveringsslib. De hoeveelheden slib nemen sterk toe waardoor er een afwenteling plaatsvindt van dit milieuprobleem naar de bodem en de afvalstoffensector.

Een duurzame oplossing voor de waterverontreiniging vereist brongerichte en preventieve ingrepen die alleen maar tot stand komen wanneer de middelen de oorsprong van de problemen aanpakken. Een integraal kwalitatief en kwantitatief waterbeheer is noodzakelijk.

Bodemverontreiniging en -aantasting

De milieudruk op de bodem vertaalt zich in verontreiniging, aantasting (erosie, verdichting en verzilting) en uitputting. Terwijl lucht en water beweeglijk zijn en zo de vervuiling verdunnen, verspreiden of verplaatsen, is bodemverontreiniging blijvend. Wij worden nu geconfronteerd met ernstig verontreinigde terreinen waarvan de bronnen reeds vele jaren verdwenen zijn. Als men deze erfenis niet wil doorgeven aan de volgende generaties moet men overgaan tot de sanering van de terreinen van vroegere stortplaatsen en fabrieken. Momenteel zijn er in Vlaanderen 1 300 verontreinigde terreinen bekend, maar het totaal wordt op 6 000 geschat. Daarnaast zijn er 600 000 particuliere olietanks en 2 600 verkooppunten van motorbrandstoffen. Ook hier kunnen lekken en morsverliezen de bodem verontreinigen.
De achtergrondverontreiniging van de bodem komt voort van diffuse bronnen en van depositie vanuit de lucht. Zware metalen hebben hun sporen nagelaten rond non-ferro bedrijven in een omgeving rondom van 30 à 40 km², en op de oevers van de Schelde, Durme en Moervaart. De normale achtergrondconcentratie van dioxine is 2 ng TEQ/kg droge stof, rond Antwerpen en Kortrijk zijn echter concentraties van meer dan 20 ng geconstateerd. In de onmiddellijke omgeving van verbrandingsovens loopt dit op tot 75 ng waarbij op 3 km afstand de metingen nog hoger zijn dan 15 ng.
De streefwaarde voor de bodemkwaliteit is afgestemd op multifunctioneel gebruik. Richt- en grenswaarden houden rekening met de bestemming van de terreinen aangezien kinderspeelplaatsen een hogere bodemkwaliteit vereisen dan afgesloten industriegebieden.
Het bereiken van de vereiste bodemkwaliteit hangt enerzijds af van saneringsprogramma's en anderzijds van de doelgroepen huishoudens (lekkende tanks, zwerfvuil), landbouw (bemesting, pesticiden), industrie (non-ferro, storten), en verkeer en vervoer (zware metalen, onvolledige verbrandingsprodukten). De bodem mag ook niet langer het eindstation zijn van afgewentelde milieuproblemen vanuit de compartimenten lucht (depositie), water (slib, vervuilde waterbodems) en afvalstoffen (storten, verbranden, recyclage van verontreinigde materialen als secundaire bouwstoffen).

Hinder: lawaai en trillingen

De stiltegebieden, waar de lawaaibelasting door de mens de natuurlijke en omgevingseigen geluiden nog niet overheerst, zijn in Vlaanderen klein en beperkt in aantal. In 1991 bezit Limburg er nog 40 met een minimum oppervlake van 500 ha, en in 1993 zijn er in Vlaams-Brabant 39 van 200 ha geteld.
Het aantal Vlamingen door lawaai gehinderd in 1990 per verstoringsbron, bedraagt 70 % door het wegverkeer, 30 % door vliegtuigen, 15 % door de industrie, 15 % door recreatieve activiteiten en 7 % door treinen.
Het verkeer is hier duidelijk de eerste oorzaak. De toename van het aantal voertuigen en de hogere snelheden hebben de geluidsemissies doen toenemen. Stillere motoren en uitlaatsystemen, geluidsarme wegbedekking en het verkeersvrij of -arm maken van woonzones, geluidsschermen en gevelisolatie van woningen, zijn maatregelen om de lawaaihinder terug te dringen.

Hinder: stank

Net zoals lawaai is stank een lokale milieuverstoring met korte naijling. Het subjectieve verschil tussen stank en geur is zo mogelijk nog groter dan tussen lawaai en geluid. Om geurhinder te meten, gebruikt men panels en klachtenmeldingen. Aan de 308 gemeentebesturen van Vlaanderen werd de vraag gesteld welke klachten over geurhinder tussen oktober 1992 en september 1993 bij hen binnenliepen. Van de 248 besturen die antwoordden, heeft 74 % een of andere vorm van geurhinder genoteerd. Per provincie varieert dit van 80 % in Limburg en West-Vlaanderen tot 67 % in

Oost-Vlaanderen. Daarbij ging het om 959 verschillende bronnen, waaronder afval (26 %) en afvalwater (15 %), naast landbouw (20 %) en industrie (20 %). De reikwijdte van de bronnen is in 39 % van de meldingen beperkt tot 100 meter, en valt in 27 % gevallen binnen de afstand 100-1 000 meter. Slechts 9 % overschrijdt de kilometergrens (25 % geeft geen afstand op).
Geurhinder verminderen, kan door het opleggen van afstandsregels wat in het dichtbevolkte en verspreid bebouwde Vlaanderen niet eenvoudig is. Voor de industrie gelden geurconcentratienormen. Bij de landbouw kunnen andere werkwijzen bij het uitspreiden van mest, of stallen met gecontroleerde luchtverversing veel stank voorkomen.

Hinder: risico's

Een risico heeft twee dimensies: enerzijds het schadelijk verschijnsel zelf (sterfte, ziekte, vernietiging van een ecosysteem) en anderzijds de kans dat dit verschijnsel optreedt tijdens een bepaalde periode (meestal een jaar). Risico's kennen een sluimerend, onzichtbaar bestaan tot op het ogenblik dat de schadelijke gebeurtenis zich voordoet. Dit kenmerk en de vertekening die ontstaat bij het inschatten van zeer kleine kansen of zeer grote gevolgen, maken risico's tot een moeilijk grijpbare beleidsmaterie. Toch vergt een efficiënt milieubeleid een evenwichtige aandacht tussen de continu optredende milieuverstoringen en de onaangekondigde, plotseling mogelijke verstoringen omdat deze laatste de inspanning van een jarenlang zorgzaam beleid op continue bronnen in een handomdraai kunnen vernietigen.
De eerste stap van beleid is het bepalen van risicozones op de kaart van Vlaanderen. De grenslijnen van deze zones zijn risicodrempels die men niet mag overschrijden, bv. de kans op niet-natuurlijk overlijden van een individu moet kleiner zijn dan 10^{-6} (1 per miljoen per jaar). Van de totale oppervlakte in Vlaanderen die de drempel van 10^{-6} overschrijden, liggen de risicobronnen bij verkeer en vervoer (83 %), de chemische industrie (12 %) en de infrastructuren (5 %).
Een risicobeleid richt zich op het verminderen van de kansen op schadelijke gebeurtenissen en op het beperken van de gevolgen als zulke gebeurtenissen toch plaatsvinden.

Hinder: niet-ioniserende straling

Wanneer straling een hoge frequentie heeft (> 3 PHz), kan ze moleculen ioniseren en hierdoor biologische cellen vernietigen. In België is de bevoegdheid hierover federaal gebleven.
Niet-ioniserende straling (frequentie < 3 PHz) valt onder de gewestelijke bevoegdheid. De schadelijkheid van deze vorm van straling vormt nog het voorwerp van wetenschappelijk onderzoek. De straling is wijd verbreid en komt voort uit talrijke bronnen, zoals draadloze telefonie, hoogspanningsleidingen, ultraviolet (UV) straling en microgolven.
In de huidige situatie van wetenschappelijke onzekerheid richt het beleid zich het best op 'no-regret'maatregelen. Voorbeelden zijn het beperken van de vermogens van draadloze telefoons waarbij het hoofd van de verbruiker de energie voor 30 à 40 % absorbeert, of het verminderen van bovengrondse hoogspanningslijnen door te besparen op elektriciteit of door de bouw van minder grote centrales.

Verdroging

De diverse onderdelen van het natuurlijk milieu vergen ieder een bepaalde hoeveelheid water van een bijzondere kwaliteit. Dit water wordt aangeleverd door neerslag en door de watervoorraden op en in de bodem. Verdroging betekent de vermindering van waterbeschikbaarheid door het ingrijpen van de mens, waardoor vochttekort, veranderingen in de watersamenstelling en veranderingen in chemische en fysische reacties in de bodem kunnen optreden.
In Vlaanderen bestaat nog geen uitgebreid onderzoek naar verdroging. Het grondwater-

meetnet is pas in de periode 1985-92 opgestart. Een enquête uit 1991 geeft aan dat de kuststrook, het oosten van de provincies Antwerpen, Brabant en Oost-Vlaanderen en de gehele provincie Limburg verschijnselen van verdroging vertonen. Bij een onderzoek in de Antwerpse Kempen in 1978 bleek een vijfde van de hogere planten die afhankelijk zijn van het grondwater, bedreigd door verdroging.
Grote oorzaken van de verdroging zijn: wateronttrekking uit de bodem voor drinkwater en proceswater in landbouw en industrie, versnelling van de waterafvoer door rechttrekking en oeververharding van waterlopen, de verharding van oppervlakten en bemaling.
Om verdroging tegen te gaan is een kwantitatief waterbeheer nodig, best in afstemming met het nu op gang komende kwalitatieve beheer.

Versnippering van de open ruimte

Alhoewel de totale oppervlakte van Vlaanderen onveranderlijk is, kan de opvulling met voorwerpen en infrastructuren de open ruimte wel degelijk verbruiken. De open ruimte is eindig. De ruimtelijke schikking, de aard van de vulling van het geheel en de versnijdingen die erin optreden, bepalen de kwaliteiten en de ontwikkelingsmogelijkheden ervan. Versnippering heeft negatieve gevolgen voor het welzijn van de mens en voor de ecosystemen.
De mens ervaart een landschap in zijn geheel en op persoonlijke wijze met kleuring door herinneringen en achtergrondkennis. Een enkel storend element kan de ervaring fundamenteel veranderen. Voorts zijn de mate van verzorgdheid, netheid en orde; de herkenbaarheid van de ruimtelijke compositie; de aanwezigheid van beweging; en de toegankelijkheid elementen die de beleving beïnvloeden. Vooral de afwezigheid van bebouwing valt op en krijgt een positieve waardering. De alom tegenwoordige bebouwing, en de lintbebouwing in het bijzonder, heeft een vervlakkend en banaliserend effect op de omgeving.
Momenteel bedraagt de oppervlakte aan gerangschikte landschappen 295 km² of 2 % van de oppervlakte van Vlaanderen. Het is nodig de landschapsbeelden te bewaren, en voor biotoopeilanden normen voor behoud uit te vaardigen.

Milieuverstoringen in stedelijke gebieden

Ongeveer 65 % van de Vlaamse bevolking woont en werkt in stedelijke gebieden. Daar heerst een intensieve menselijke activiteit met verdringing van de natuurlijke produktie- en afbraakprocessen. Dit vereist de massale aanvoer van materialen, energie en drinkwater, en een even massale afvoer van afval, warmte en vervuild water. Ondanks de afwenteling van een groot deel van de overschrijding van de natuurlijke draagkracht, zijn de stedelijke gebieden er erger aan toe dan het platteland op alle vlakken van de milieuverstoring hierboven besproken. Uitschieters zijn de diepgaande effecten van het gemotoriseerd verkeer, en de visuele vervuiling met onder meer de lichtvervuiling 's nachts. Door de aard van het autogebruik met veel aanschuiven, stoppen en vertrekken over korte afstanden is de luchtverontreiniging er aanzienlijk en is het lawaai hinderlijk. Wegen en parkeerplaatsen verdringen het groen en versnipperen de ruimte.
Een leefbare stad vereist een goed onderhouden gebouwde omgeving, openbare ruimten en natuur. Als norm hanteert men 25 m² groen per inwoner (een auto bezet evenveel ruimte), en een maximale afstand van 400 meter van de woningen tot het groen. Een schoon milieu, een veilige omgeving, ruimtelijke keuzevrijheid en verscheidenheid bepalen verder de basiskwaliteit van de stedelijke gebieden.
Voor onze steden is een geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid dringend aan de orde waarbij de stadverkeersplanning een sleutelrol vervult. De auto moet vooral in de steden plaats maken voor 'zachtere' vormen van verkeer.

Verlies van biodiversiteit

Biodiversiteit wordt bepaald door de veelheid aan soorten en organismen en door de variatie aan ecosystemen, levensgemeenschappen, populaties en genen. Diversiteit is onmisbaar voor het genetisch reservoir van levende wezens. Het behoud van diversiteit vloeit voort uit de erkenning van het inherent bestaansrecht van deze wezens en van onze verantwoordelijkheid voor het gemeenschappelijk erfgoed. Diversiteit kan ook een grote economische betekenis krijgen.
Bedreigingen van de biodiversiteit ontstaan vanwege de inkrimping, versnippering en isolatie van het habitat en vanwege de aantasting ervan door vervlakking, verdroging en verschillende vormen van milieuvervuiling zoals verzuring, vermesting en waterverontreiniging. Ook overexploitatie door het jagen, vangen of plukken van soorten, en de introductie van soorten verminderen de biodiversiteit.
De minimale ecologische kwaliteit of ecologische basiskwaliteit moet garanderen dat minder gevoelige organismen kunnen overleven en zich voortplanten, en dat gevoelige organismen tijdelijk kunnen overleven en/of migreren. Deze basiskwaliteit moet overal aanwezig zijn maar in bepaalde gebieden is een hogere kwaliteit nodig. Bij de keuze van de gebieden dienen criteria als zeldzaamheid, natuurlijkheid en toekomstmogelijkheden voorop te staan.

4 | Maatregelen als antwoord

Handelen is nodig

De studie van de ontwikkelingen in 11 maatschappelijke sectoren (deel II) en van 17 verstoringsketens (deel III) geeft aan dat de milieuvraagstukken diepgeworteld, talrijk, wijd verspreid en intens verweven zijn. De kennis ervan is nooit perfect en volledig, zodat ook de oplossingen niet voor de hand liggen. Maar handelen in de richting van een duurzame ontwikkeling duldt geen uitstel.
Het milieu- en natuurrapport is niet de aangewezen plaats voor een uitgebreid beleidsantwoord op de vele bedreigingen voor milieu en natuur. Deze opdracht behoort tot de verantwoordelijkheid en de bevoegdheid van de overheid met de opstelling van het milieubeleidsplan. Het voorliggende rapport bevat wel veel suggesties van concrete maatregelen met verwijzing naar de doelgroepen om ze door te voeren. De overheid kan haar beleid hier mee uitbouwen. Enkele krachtlijnen komen hierna aan bod.

Grenzen bestaan

Als men het ernstig meent met milieu en natuur in Vlaanderen, kan men de drie belangrijkste vraagstukken niet uit de weg gaan:

- de inname van de open ruimte;
- de vervuiling van water, lucht en bodem;
- het gebruik van energie, water en grondstoffen.

De grenzen van een duurzame ontwikkeling zijn op ieder van deze domeinen al ruim overschreden. Het is daarom noodzakelijk alle verdere overschrijdingen stop te zetten en op onze stappen terug te keren. Deze kering is noodzakelijk en mogelijk, en er is keuze te over aan maatregelen.

Sleutelsectoren

De verantwoordelijkheid van het milieuvraagstuk ligt bij alle doelgroepen en sectoren. Toch tekenen zich voor de diverse verstoringen en voor de belangrijkste vraagstukken hoofdverantwoordelijkheden af.
De grootste aanspraken op de open ruimte komen van de huishoudens (verspreide

bebouwing) en van de infrastructuren voor verkeer en vervoer. De industrie komt op de derde plaats.
Voor de vervuiling ligt de aansprakelijkheid van de doelgroepen verschillend per compartiment. Luchtvervuiling is in de eerste plaats te wijten aan verkeer en vervoer, gevolgd door industrie en landbouw. Waterverontreiniging komt vooral van de huishoudens, industrie en landbouw waarbij de volgorde afhangt van de specifieke verontreinigende stoffen. De bodem ondervindt de meeste verstoring van de landbouw, gevolgd door industrie, en van de afwentelingen vanuit andere compartimenten (slib van de waterzuivering, afvalstoffenverwerking en storten).
Het gebruik van energie ligt vooral bij verkeer en vervoer, huishoudens en industrie waarbij de hier opgegeven volgorde andersom is ten opzichte van de huidige gebruikscijfers maar overeenstemt met de groeitrends in het gebruik. Met water gaan landbouw, industrie en huishoudens nog weinig rationeel om. De sleutel van een rationeel grondstoffengebruik ligt bij de industrie in de ontwerp- en aanmaakfase van materialen, produkten en verpakkingen.

Keuze te over

Het milieu- en natuurrapport bevat zoveel suggesties van maatregelen dat een samenvatting ervan niet doenbaar is. Tabel 7 geeft een overzicht van de prioritaire maatregelen.

Tabel 7: Overzicht per milieuprobleem van de belangrijkste betrokken beleidsdomeinen en sectoren en de prioritaire actierichtingen.

Milieuprobleem	Beleidsdomeinen en sectoren	Prioritaire actierichtingen
Broeikaseffect	• Energie	• Verminderen van het energiegebruik
		• Ontwikkelen van hernieuwbare energie
Aantasting ozonlaag	• Afvalverwerking	• Ophaal- en verwerkingsstructuur voor CFK's
Verzuring	• Energie	• Verminderen van het energiegebruik
	• Verkeer en Vervoer	• Verbrandingstechnieken
		• Katalysator op auto's
		• Ontzwavelen of gebruik zwavelarme brandstoffen
	• Landbouw	• Biofilters en mestopslag
		• Verbeteren bemestingstechnieken
Fotochemische Luchtverontreiniging	• Verkeer en Vervoer	• Dampopvang en motortechniek
		• Katalysator op auto's
		• Uitbouw autovrije verkeersvormen
Vernesting	• Landbouw	• Uitvoeren Mestactieplan
Verspreiding Gevaarlijke Stoffen	• Verkeer en Vervoer	• Dampopvang en motortechniek
		• Zware metalen beperken
	• Energie	• Verwarmingsketels afstellen
	• Basismetaal	• Procesverbetering
	• Afvalverbranding	• Procesverbetering
		• Rookgaswassing
Afvalstoffen	• Industrie en Afvalbeleid	• Bevorderen van afvalpreventie bij bedrijven en diensten
		• Aanpassen produkten en verpakkingen
		• Verhogen levensduur en herstelbaarheid van produkten
		• Gescheiden inzameling en recyclage

Waterverontreiniging	• Industrie	• Lozing gevaarlijke stoffen stopzetten
		• Rationeel Water Gebruik
	• Landbouw	• Verminderen van de bemesting
		• Beperken gebruik pesticiden
	• Ruimtelijke Ordening	• Verspreide bebouwing stopzetten
	• Infrastructuren	• Scheiding regen- en afvalwater
		• Verdere uitbouw zuiveringscapaciteit
Bodemverontreiniging en -aantasting	• Afvalbeheer	• Sanering verontreinigde terreinen
		• Storten beperken en streng normeren
Hinder: lawaai en trillingen	• Ruimtelijke Ordening	• Zonering van activiteiten, vnl. verkeer
	• Verkeer en Vervoer	• Geluidsarme voertuigen en wegen
		• Snelheidsbeperking en rijgedrag
Hinder: stank	• Afvalstorten	• Betere afdichting
	• Landbouw	• Mest onderwerken en biofilters
Hinder: risico's	• Verkeer en Vervoer	• Ongevallenpreventie
Hinder: niet-ioniserende straling	• Energie	• Verminderen elektriciteitstransport
Verdroging	• Watervoorziening	• Rationeel Water Gebruik
	• Bouwsector en Infrastructuren	• Bemalingen beperken
		• Afwateringen vertragen
Versnippering van de Open Ruimte	• Infrastructuren	• Centraliseren van economische functies
		• Intensief benutten van stedelijke ruimte
	• Ruimtelijke Ordening	• Absoluut beperken van verspreide bebouwing
		• Afbreken van meest schadelijke infrastructuur en gebouwen
Milieuverstoringen in stedelijke gebieden	• Ruimtelijke Ordening	• Geïntegreerde planning en aanpak voor het afstemmen van functies en bevorderen van schoonheid
	• Milieu	
	• Verkeer en Vervoer	• Prioriteit geven aan autovrij verkeer
Verlies van biodiversiteit	• Milieu en natuur	• Gebiedsgericht stopzetten van de vervuiling en aantasting
		• Beschermen van natuurwaarden

5 | Instrumenten en structuren voor nieuw beleid

De overheid krijgt een omvangrijke en zware taaklast toebedeeld in de aanpak van het milieuvraagstuk. Alleen goed georganiseerde, volwaardig uitgebouwde diensten kunnen een dergelijke taakstelling aan. De uitbouw van deze diensten valt onder de verantwoordelijkheid van de Vlaamse regering. Het milieu- en natuurrapport behandelt kort de drie hoofdgroepen van instrumenten als hefbomen om de doelgroepen te verplichten, aan te sporen en te overtuigen tot de uitvoering van de noodzakelijke maatregelen. Daarnaast is er aandacht voor de administratieve structuur waarin het milieubeleid vorm moet krijgen.

Juridische instrumenten

Wet- en regelgeving vaardigen dwingende voorschriften uit. Het gaat om gebods- en verbodsbepalingen voor de doelgroepen die administratief of strafrechterlijk afdwingbaar zijn.
Het milieurecht vervult drie belangrijke functies: de organisatie van de besluitvorming, de handhaving en de vergoeding van milieuschade. Het werkdomein is breed: milieuhygiënerecht, natuurbeschermingsrecht, landschapsbescherming, beheer van natuurlijke rijkdommen, ruimtelijke ordening en stedebouw en monumenten, stads- en dorpsgezichten.

De Interuniversitaire Commissie voor de Herziening van het Milieurecht (ICHM) herschrijft momenteel het Vlaamse milieurecht tot een samenhangend geheel. Op drie terreinen dient dit werk binnenkort vruchten af te werpen. Ten eerste verwacht het algemeen milieubeleid versterking door een algemeen milieudecreet, met regeling van de besluitvorming, bevoegdheidsverdeling, toegang tot informatie, toezicht en handhaving, herstel van schade, aansprakelijkheid. Ten tweede ziet het sectoraal milieubeleid (water, afval, bodem, lucht) uit naar homogene en werkbare bevoegdheidspakketten om vooruitgang op het terrein te boeken, zo vereist een integraal waterbeheer voor de tien stroombekkens bijvoorbeeld een volwaardige juridische onderbouwing. Ten derde moeten milieu en natuur wettelijk in de ruimtelijke ordening vastliggen met onder meer gebiedsgerichte natuur- en landschapsbescherming, soortgerichte natuurbescherming, bescherming van de zee, en een strikte wetgeving op gevaarlijke stoffen waarvan het risico voor mens en milieu nu slechts in 1 % van de gevallen bekend is.

Economische instrumenten

In onze industriële maatschappij nemen mensen en instellingen vooral in functie van het materieel eigenbelang beslissingen. Het is de rol van de economische instrumenten om deze beslissingen te sturen door milieu- en natuurgebruik op waarde te taxeren. Een economische benadering van het milieubeleid steunt op de afweging van de kosten van een reductie van de verstoringen tegenover de kosten veroorzaakt door de verstoringen. Deze afweging leidt in theorie tot verantwoorde milieukwaliteitsdoelstellingen per verstoringsketen. Ze verschaft een basis voor een onderlinge vergelijking van de diverse milieuvraagstukken om de inspanningen per vraagstuk efficiënt te doseren. Invulling van het afwegingskader in praktische dossiers botst nog op veel kennis- en gegevensleemten. Toch tonen de analyses van de kosten om de watervervuiling te reduceren en van de kosten ten gevolge van de fotochemische luchtverontreiniging aan dat de benadering belangrijk is voor de realisatie van een efficiënt milieubeleid.

Voor de toepassing van het principe 'de vervuiler betaalt' is het nodig vervuiling en vervuiler te kennen. Is de vervuiler de producent die een potentieel vervuilend produkt vervaardigt, is het de handelaar die dit produkt op de markt brengt, of is het de consument die het produkt aankoopt? Meestal gaat het hier om een gedeelde verantwoordelijkheid waarop het beleid de doelgroepen kan aanspreken door de heffingen op de juiste plaats op te leggen. Heffingen kunnen gericht zijn op het gebruik van de produktiefactoren (zoals energie, land, grondstoffen), op processen, produkten, emissies en zelfs immissies zijn toepasbaar, naast een reeks andere economische instrumenten, zoals statiegelden, verhandelbare emissierechten, fiscale aftrekbaarheid. In 1993 is een totaal bedrag van 7 590 miljoen BF geïnd aan emissieheffingen op afval, water en mest in Vlaanderen.

Economische instrumenten in het algemeen en heffingen in het bijzonder krijgen kritiek vanuit een verdelingsoogpunt. Ze zouden de rijken de mogelijkheid geven een milieuonvriendelijke levenswijze te bestendigen en de armeren een aantal essentiële goederen en diensten ontzeggen. Deze neveneffecten voorkomen of opvangen is mogelijk door een goede constructie van de economische instrumenten en door gepaste flankerende maatregelen. Dit vergt aanpassing van bestaande tarieven (bv. energie) en heffingen (bv. water).

De sociale correctie van de waterheffing in 1992 levert een besparing op van 350 BF voor de 10 % armste huishoudens in Vlaanderen, wat 0,12 % van hun consumptie inhoudt. Voor de 10 % rijkste gezinnen bedraagt de besparing slechts 0,05 % van hun consumptie, hoewel het in absolute termen om 876 BF gaat. Er is duidelijk een diepgaandere analyse van de sociale correctie-maatregelen nodig.

Sociale instrumenten

Verinnerlijking van de milieuverantwoordelijkheid bij de doelgroepen is een hoofddoelstelling van het beleid. Sociale instrumenten bevorderen het proces van verinnerlijking.
Bij milieubeleidsovereenkomsten (convenanten) gaat de overheid een contract aan met een of meer privé-partners, meestal bedrijven of federaties van bedrijven, voor de realisatie van een aantal milieutaken. De een beschouwt de overeenkomsten als een handige omzeiling van de normale spelregels, terwijl de ander ze ziet als de bekroning van een ideaal samenwerkings- en participatiemodel. Een genuanceerde evaluatie per geval dringt zich op. De aanvaardbaarheid van het instrument hangt af van twee duidelijke basisregels. Ten eerste mag de overheid zich nooit verbinden tot een algemene of langdurige beperking op de inzet van andere instrumenten. Ten tweede mag de overeenkomst niet leiden tot verplichtingen die lager zouden liggen dan de geldende regulering of dan noodzakelijke minimum-bepalingen. Een overeenkomst moet een kwaliteitsverbetering blijven inhouden voor milieu en natuur.
Milieuzorgsystemen zijn in feite beleidsplanprocessen in het klein opgemaakt voor een instelling of groep van instellingen. De schaalverkleining brengt geen vermindering mee van het aantal te zetten stappen zoals: milieuverkenning/audit, beleidsplan/programma, uitvoering en controle. Daarom is het ook een langdurige en omvattende opdracht, die verschillende jaren inzet en financieel uithoudingsvermogen vereist. De overheid kan hierbij stimulerend optreden, bijvoorbeeld door de ervaringen van grote bedrijven over te hevelen naar het klein bedrijf, en door een goede afstemming te vinden tussen de opvraging van milieugegevens bij de bedrijven en de interne registratie ervan zodat milieuzorg meer kansen krijgt.
Milieu-educatie en informatie zijn gericht op een directe gedragsbeïnvloeding enerzijds en zijn een noodzakelijke ondersteuning van andere instrumenten anderzijds. Deze laatste taak krijgt nog een stiefmoederlijke behandeling waardoor veel wetgevingen aan effectiviteit inboeten. Educatie en informatie vergen een professionele aanpak met een expliciete en duidelijke formulering van de boodschappen, een goede aflijning van de doelgroepen, deskundige en aanvaarde boodschappers voor de communicatie, heldere en volledige weergave van de gevolgen bij gedragsverandering en de gevolgen bij geen gedragsverandering. Alleen zo kan de boodschap gehoor en aanvaarding vinden, en leiden tot een verhoogde handelingscompetentie.

Opinie-onderzoeken wijzen op een grote bekommernis omtrent milieu en natuur bij de grote meerderheid van de bevolking. In een Europees onderzoek van 1992 vinden 85 % van de ondervraagden milieu en natuur een dringend en prioritair probleem. Ze zijn vooral bezorgd over de vervuiling van zeeën en kusten (94 %), rivieren en meren (93 %) en over het industrieel afval (92 %). Opvallend is de algemene verspreiding van deze bekommernis zonder aanwijsbaar verband met specifieke kenmerken zoals leeftijd, geslacht, inkomen, politieke overtuiging, enz.. De tijd is dus rijp om de algemene sensibilisatie te vervangen door campagnes die kansen scheppen voor milieurelevant handelen en dit uniform gericht naar alle doelgroepen. Het dichten van de kloof tussen milieubesef en milieugedrag vereist positieve natuur- of actiegerichte ervaring en een goede balans tussen willen en kunnen veranderen. Voor concrete milieuproblemen moeten daarom concrete alternatieven worden gepresenteerd en toegelicht (bv. inzake afvalpreventie, water- en energiebesparing, vermindering van het autogebruik).
De noodzakelijke omkering in de aanpak van het milieuvraagstuk van een administratief proces tot een taakstelling voor en realisatie door de doelgroepen, vraagt een andere afstemming tussen overheden, intermediaire organisaties (federaties, vakbonden, socio-culturele organisaties) en de bevolking. Het belang van deze afstemming stijgt naarmate het milieubeleid de doelstellingen nauwkeuriger formuleert, het beleid beter ten uitvoer wordt gelegd en de kosten daarvan zich steeds duidelijker aandienen.

Beleidsstructuren

Het decreet bestuurlijk beleid (12 december 1990) heeft de ambtelijke bevoegdheden inzake milieu in Vlaanderen grondig gereorganiseerd. Vergunningverlening en toezicht zijn geconcentreerd bij AMINAL, zelf weer onderdeel van het departement Leefmilieu en Infrastructuur. Inzake beleidsvoorbereiding blijven de pararegionalen de hoofdrol spelen: OVAM inzake afval, VMM inzake water en lucht (en het milieu- en natuurrapport), VLM inzake landinrichting en mestbank en VMW inzake bereiding en distributie van drinkwater.
Het is een kwalijke zaak dat de centrale milieu-administratie onder de vleugels van het departement Leefmilieu en Infrastructuur ondergebracht is. Ten eerste vergroot hierdoor de afstand tussen de minister en zijn diensten. Ten tweede zijn infrastructuurbelangen vaak in strijd met milieu- en natuurbelangen, waardoor de beleidsvoorbereiding vertekening kan ondervinden. Ten derde verhindert een eenzijdige ingenieursbenadering de groei van een nieuw beleid waarin juridische, economische en sociale instrumenten de hefbomen zijn bij de samenwerking met de doelgroepen. Ook de globale inhoudelijke en functionele taakverdeling tussen de diverse beleidsdiensten levert problemen op. Daardoor komen geïntegreerde formuleringen van milieukwaliteitsdoelstellingen en een geïntegreerd strategisch beleid moeilijk tot stand. Bovendien bestaat het risico dat de financiers, leveranciers en exploitanten van de milieu-infrastructuren de doelstellingen, prioriteiten en strategieën van het milieubeleid bepalen.

Op het ogenblik sleutelt het zogeheten Homogene Organisatie OntwikkelingsPlan (HOOP) opnieuw aan het Vlaamse (milieu)beleidsapparaat. De indruk bestaat dat dit plan niet uitgaat van de noodzakelijke inhoudelijke en functionele integratie van het milieubeleid en van de aflijning van homogene en werkbare bevoegdheidspakketten. Nochtans zijn de laatste lijnen van deze samenvatting van het omvangrijke milieu- en natuurrapport Vlaanderen voorbehouden voor de volgende bevinding:

Vlaanderen heeft dringend behoefte aan een goed uitgebouwd, bemiddeld en zelfstandig bestuurlijk apparaat. De taaklast van probleemverkenning, formulering van doelstellingen, ontwikkeling van strategieën en instrumenten, overleg met doelgroepen, enz. is zo groot dat een uitgebreide en multidisciplinaire deskundigheid onmisbaar is. Deze bestuurlijke organisatie moet zelfstandig staan en werken omdat ze met alle andere beleidsinstanties in overleg moet treden en samenwerken om het integraal beleid gestalte te geven. Alleen wanneer de sectoren ruimtelijke ordening, verkeer en vervoer, energie, economie, landbouw, infrastructuur, de milieu- en natuurdoelstellingen en randvoorwaarden opnemen in hun beleid, is de kering naar een duurzame ontwikkeling mogelijk.

Deel I

Inleiding

1 Inleiding

A. Verbruggen, projectleider

1 | Verantwoording

Milieu is ons probleem

Het milieuprobleem komt voort uit de alledaagse bezigheden van huishoudens, bedrijven, landbouwers en overheden. Dit gaat van de meest eenvoudige dingen zoals het waterverbruik bij het poetsen van de tanden, tot belangrijke projecten zoals de bouw van een elektriciteitscentrale of de uitbreiding van een luchthaven. Al die activiteiten veroorzaken een of andere vorm van milieuverstoring, ook al hangt de ernst van de verstoring sterk af van de omvang en de aard van de activiteiten en van de daarbij ingezette technologie en grondstoffen. Meer mensen op dezelfde oppervlakte, meer materiële welvaart en meer economische activiteit betekenen meer milieuverstoring, tenzij technologische verbeteringen nog sneller lopen dan de economische groei. Technogische verbetering en volumevermindering zijn beide deel van de oplossingen voor het milieuvraagstuk. In de nabije toekomst zal de huidige milieutechnologie de zware verstoringen van het verleden opvangen, maar op lange termijn zal de welvaartsgroei andersoortige technologie en maatregelen vereisen[1].

Een hoofdrol voor de overheid

Milieu en natuur waren tot voor kort vrij toegankelijke goederen. Dit heeft geleid tot een kwistig gebruik ervan met uitputting, aantasting en verontreiniging van veel milieu- en natuurgoederen tot gevolg. Daarom moet deze toegankelijkheid nu strenger dan vroeger worden geregeld door voorschriften uit te vaardigen, door een 'toegangsprijs' op te leggen en door mensen ervan te overtuigen dat verkwisting uit den boze is.
De verantwoordelijkheid voor de toegangsbewaking kan alleen aan de overheid worden toegekend. Deze overheid neemt daarmee de zwaarste beleidstaak uit haar bestaan op. Ze moet bepalen welk gebruik van milieu en natuur toegestaan is tegen welke voorwaarden, en ze moet deze voorwaarden overdragen op en doen naleven door de verschillende maatschappelijke groepen, inclusief de overheidsdiensten zelf. Zonder een zeer degelijk uitgewerkt en uitgevoerd milieubeleid zal de maatschappij afglijden naar lagere welvaartsniveaus omdat 'vrijbuiters' de negatieve neveneffecten van hun gedrag op het milieu afwentelen op de gemeenschap. Alleen een goed functionerende overheid kan het gemeenschapsbelang doen vóór het kortzichtige eigenbelang plaatsen, en op die wijze alle burgers een hoger welzijn verzekeren.

Gedeelde verantwoordelijkheid

In een industriële maatschappij zijn de functies en sectoren sterk verweven, en het is niet eenvoudig de uiteindelijke verantwoordelijkheid van vastgestelde milieuversto-

ringen toe te wijzen aan deze of gene persoon of groep. Een degelijk inzicht in de milieuverstoringsprocessen in samenhang met de veroorzakende maatschappelijke activiteiten is dan ook een vereiste.
Het belang van degelijk wetenschappelijk inzicht neemt evenredig toe met de striktere regeling van de toegang tot de milieu- en natuurgoederen. De 'toegangsprijs' van toegang zal immers stijgen, en de sociaal-economische tegenstellingen zullen steeds sterker op het milieubeleid gaan wegen. Een rechtvaardige toewijzing van de gedeelde milieuverantwoordelijkheid staat hoog op de beleidsagenda van de komende jaren en van de volgende eeuw.
Het succes van het milieubeleid is afhankelijk van de mate waarin de mensen en doelgroepen hun werkelijk deel van de verantwoordelijkheid aanvaarden en opnemen. Een goed begrip van de milieuvraagstukken en een scherper besef van de eigen opdracht vormen de basis voor een gemeenschappelijke aanpak. De slaagkansen van deze aanpak hangen dan af van minstens twee voorwaarden: een rechtvaardige verdeling en daadwerkelijke afdwinging van de inspanningen, en een efficiënte en zichtbare realisatie van het beleid. Als aan die voorwaarden is voldaan, is de meerderheid van de bevolking bereid voorbij te gaan aan het directe eigenbelang om een groter collectief belang te vrijwaren. Zonder een evenwichtige collectieve inspanning kan het milieubeleid niet vooruitkomen: telkens zal blijken dat de inspanning van een groep teniet wordt gedaan als de andere groepen niet gelijktijdig optreden.

Weten en handelen

Juist handelen steunt op een correct inzicht. Voor het milieuvraagstuk vergt dit inzicht een uitgebreide kennisbasis van gegevens en modellen. De ontwikkelingen en de verwevenheid zijn echter zo groot dat men niet kan verwachten dat deze kennis ooit af zal zijn. Vaak groeit het inzicht ook al doende. Vandaar dat het verbreden en verdiepen van de kennisbasis geen argument mag zijn om dringende milieumaatregelen te verwerpen of te vertragen. Het is enkel een argument om alle beslissingen te toetsen aan een reeks van gezonde uitgangspunten, zoals het vermijden van onomkeerbare verstoringsprocessen, het behouden van de nog onaangetaste delen van de natuur, het voorkomen van schade verkiezen boven het achteraf herstellen, enz..

Van Milieu- en natuurrapport naar Milieu- en natuurbeleidsplan

In een milieu- en natuurrapport is de neerslag van de wetenschappelijke kennis gebundeld om de milieuvraagstukken objectief vast te stellen en te interpreteren. Wetenschappelijke onafhankelijkheid en ernst mogen echter niet tot vrijblijvende stellingen en weinig bruikbare resultaten leiden. Daarom dienden de auteurs hun bijdrage volgens een afgesproken structuur op te stellen met de expliciete uitwerking van noodzakelijk geachte milieukwaliteitsdoelstellingen en van maatregelen om de verstoringsprocessen te beheersen en te keren. Bij de beschrijving van de bronnen van milieuverstoring dienden de auteurs aan te geven welke maatschappelijke activiteiten en doelgroepen achter deze bronnen schuil gaan.
Het onderzoek richt zich daarmee op het komende milieubeleidsplan dat beleidsmatige antwoorden zal geven op de vele uitdagingen die het rapport naar voren. Het rapport en het beleidsplan zijn dus structureel op elkaar afgestemd.

Doelstellingen van het eerste milieu- en natuurrapport

Het Milieu- en natuurrapport dient ten eerste voor de onderbouwing van het milieubeleid in ruime zin. Het moet de wetenschappelijke basis vormen van de beleidsvoorstellen van de overheden, zodat deze voorstellen rechtvaardig, effectief en efficiënt zijn. Alleen onder die voorwaarde vormen ze het fundament van een toekomstgericht milieubeleid, waarvoor de samenwerking van alle doelgroepen en overheidsinstanties - op de eerste plaats deze instanties die niet direct bevoegd zijn voor milieuzaken - vereist is.

Het rapport is ten tweede een bron van kennis voor de mensen die willen werken aan een duurzame ontwikkeling. Een juist inzicht in de toestand van milieu en natuur verstevigt het publieke draagvlak voor het te voeren milieubeleid dat op sommige punten drastisch zal ingrijpen op de gewoonten en op de verwachtingen van het overgrote deel van de mensen.
Ten derde moet Vlaanderen, wil het een rol in Europa vervullen, zijn kennisbasis en beleidsvoornemens afstemmen op internationale standaarden.

Samengevat kregen de medewerkers aan het rapport als doelstellingen mee:

- de wetenschappelijke basis verschaffen voor het Vlaamse milieubeleid;
- het maatschappelijk draagvlak versterken door het verhogen van het milieu-inzicht;
- de Vlaamse kennisbasis afstemmen op internationale standaarden.

De eerste stap is gezet

Leren om te keren is het eerste omvattende rapport over het milieuvraagstuk, met een evenwichtige aandacht voor alle probleemvelden, verstoringsprocessen en betrokken maatschappelijke groepen in Vlaanderen. Daartoe ging een uitnodiging naar alle Vlaamse wetenschappers en andere deskundigen om mee te werken als auteur of als begeleider van de tientallen hoofdstukken. De samenwerking tussen 85 auteurs en 120 begeleiders verliep vanaf juni 1993 binnen een strak inhoudelijk concept en een nog strakkere tijdsplanning.
Ondanks de korte periode van realisatie, de gebrekkige toestand van de verzameling en verwerking van milieugegevens in het Vlaamse Gewest, de geringe vertrouwdheid met de concepten en de structuur van beleidsonderbouwend wetenschappelijk onderzoek, brengt dit boek een samenhangend beeld van de toestand van het milieu in Vlaanderen. Deze verkenning is noodgedwongen vooral beschrijvend en analyserend, en nog onvoldoende modellerend en te weinig op de toekomst gericht. Het voorliggende boek is daarom geen eindpunt maar een eerste stap in de milieu- en natuurrapportering in Vlaanderen.

2 | Duurzame ontwikkeling

In het regeerakkoord van 30 januari 1992 verklaart de Vlaamse Regering het principe van de duurzame ontwikkeling tot uitgangspunt van haar beleid. Toch is hieraan nog weinig concrete uitwerking gegeven, wellicht ook omdat er geen eenstemmigheid bestaat over de inhoud van het concept[3]. Het begrip 'duurzame ontwikkeling' is een even ruim en moeilijk te omschrijven als het begrip 'democratie'. Het impliceert een streefdoel en een breed gamma van aspecten en criteria om toestanden en ontwikkelingen te beoordelen.

Duurzame ontwikkeling houdt drie processen in: verandering, herverdeling en groeibeheersing. Het Brundtland-rapport acht verandering noodzakelijk op vooral vier vlakken:

- in onze omgang met de hulpbronnen van natuur en milieu;
- in onze bestemming van de investeringen;
- in onze oriëntatie van de technologie en van het wetenschappelijk onderzoek;
- in onze aanpassing van de instellingen.

Herverdeling is vereist tussen de opeenvolgende generaties en tussen de rijke industrielanden en de behoeftige derde wereld.
Beheersing van de bevolkingsgroei moet gelijkmatig plaats vinden in het hoogconsumerende rijke deel van de wereld en in het armere Zuiden. Vooral over economische groei zijn de meningen verdeeld. Sommigen stellen dat alleen in perioden van groei verandering en herverdeling mogelijk zijn. Anderen vinden groei een afwente-

ling van problemen tot een steeds grotere berg van milieuverstoring en een steeds diepere kloof van ongelijkheid. In die visie is groei van materiële rijkdom in het rijke Westen niet langer noodzakelijk, wenselijk of mogelijk.
Gedwongen verandering, herverdeling en groeibeheersing ervaart de mens als onaangenaam en bedreigend. Hij zal de lasten ervan afwentelen naar anderen en naar de toekomst. Een van de belangrijkste boodschappen van het Brundtland-rapport is dat juist deze afwenteling niet langer kan. Als er geen solidaire oplossingen tot stand komen, zal ook het rijke deel van de wereld het gelag van milieu- en natuurvernietiging betalen.

Het vergt veel creativiteit om handen en voeten te geven aan duurzame ontwikkeling en afstand te nemen van gewoonten en spontane aspiraties. Het voorliggende milieu- en natuurrapport formuleert concrete suggesties die kunnen uitgroeien tot een volwaardig beleidsprogramma. Om die te beoordelen vanuit een perspectief van duurzame ontwikkeling, is een lijst van uitgangspunten nuttig zoals:

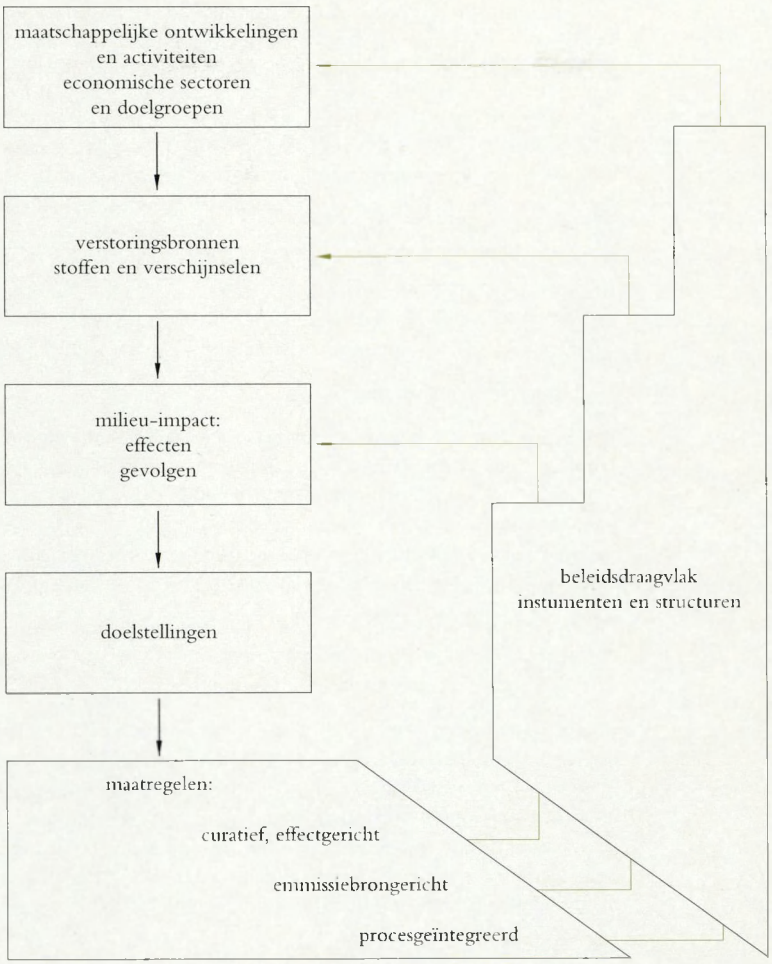
- *de vervuiler betaalt*, om zo de afwenteling van de lasten tegen te gaan;
- *de gebruiker van natuurlijke hulpbronnen betaalt*, omdat iedere aanwending ooit ergens aanleiding geeft tot uitputting, aantasting of verontreiniging;
- *voorkomen van probleemafwenteling in tijd en in ruimte*, bijvoorbeeld op toekomstige generaties of op armere naties en bevolkingsgroepen;
- *rationeel gebruik van energie, grondstoffen en water*, met een minimale opname ervan vanuit het milieu en een maximale kwalitatieve beheersing tijdens de aanwending ervan;
- *voorzorgsprincipe*, om onverwachte ontwikkelingen te kunnen opvangen;
- *voorzichtigheidsprincipe*, omdat negatieve uitkomsten van onvoorspelbare gebeurtenissen tot onherstelbare verstoringen kunnen leiden;
- *vermijden van onomkeerbare ontwikkelingen* onder meer door het respecteren van de regeneratiecapaciteit van dieren of planten en van de buffercapaciteit van ecosystemen;
- *behoud en bescherming van nog bestaande natuur- en milieuwaarden*;
- *voorkeur geven aan preventieve en brongerichte oplossingen*, omdat de beheersbaarheid aan de bron het grootst is, er door één bron meer effecten kunnen worden veroorzaakt, er onzekerheden kunnen bestaan over de oorzaak-gevolgketen, er onomkeerbare effecten kunnen optreden en omdat in het algemeen ingrijpen bij de bron minder kost[3];
- *ontwikkelen en toepassen van oplossingstechnologie* die probleemafwentelingen vermijdt of minimaliseert;
- *'think globally, act locally' (denk mondiaal, handel lokaal)*, omdat de milieuproblemen zich verspreiden over de gehele wereld maar steeds ontstaan op een bepaalde plaats.

Duurzame ontwikkeling vereist duidelijk nog een lange weg van leren om te keren.

3 | Samenhang en leeswijzer

De studie van de milieuvraagstukken vergt de inzet van veel verschillende disciplines en kennisinstrumenten. De milieuverstoringsprocessen zijn ingewikkeld en intens verstrengeld met de maatschappelijke activiteiten. Alles blijkt met alles samen te hangen, zodat iedere studie verplicht is een bepaalde invalshoek te kiezen. De structuur is afgestemd op de doelstellingen van het rapport, dit is het verzamelen van kennis om te kunnen handelen. De samenhang tussen de milieuverstoringsketens en een beleidsmatige terugkoppeling is weergegeven in figuur 1, en is een uitwerking van vroegere ontledingen[4].

Figuur 1: Milieuverstoringsketens en beleidsmatige terugkoppeling.



De drie hoofdbestanddelen van de verstoringsketen

Als beginpunt van de verstoringsketens staan links bovenaan in figuur 1 de maatschappelijke ontwikkelingen en activiteiten vermeld. Deze vinden plaats in economische sectoren en op initiatief van doelgroepen. Hieruit vloeien milieuverstoringen voort waarbij stoffen (polluenten) en verschijnselen (stralingen, golven) als dragers optreden. Deze verstoringen leiden tot effecten met negatieve gevolgen voor de natuur, de mens, de maatschappij en de economie.

Beleidsmatige terugkoppeling

De beheersing van de verstoringsketens begint met het vooropzetten van doelstellingen om een bepaald niveau van milieukwaliteit te bereiken of te behouden. Daarna zijn daadwerkelijke maatregelen nodig om deze doelstellingen te realiseren.

Doelstellingen. Het rapport beoogt een verdere uitwerking van de milieukwaliteitsdoelstellingen op drie niveaus: grenswaarden die een soort alarmpeil van milieukwali-

teit weergeven dat men niet mag overschrijden, richtwaarden die de bakens vormen voor het praktische milieubeleid, en streefwaarden die een duurzame omgang met milieu en natuur verzekeren. Voor sommige beleidsmateries zijn geen kwaliteitsdoelstellingen te omschrijven en zal men overgaan tot de formulering van taakstellingen die bijvoorbeeld maximale emissieniveaus of omzetvolumes aangeven.

Maatregelen. De maatregelen zijn in drie groepen verdeeld: curatief-effectgerichte, emissiebrongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen, met een terugkoppeling naar de drie componenten van de verstoringsketen (figuur 1). De eerste soort maatregelen herstelt de gevolgen van de milieuverstoring of verzacht de effecten ervan. De tweede soort vangt de emissies op om ze beter te beheersen, maar kan dikwijls niet meer doen dan de problemen afwentelen op andere delen van het milieu of vooruit schuiven in de tijd. De derde soort, de procesgeïntegreerde maatregelen, grijpen in op de maatschappelijke activiteiten, en beheersen de problemen aan de oorsprong via structuurverandering en volumevermindering en via technologische verbetering.

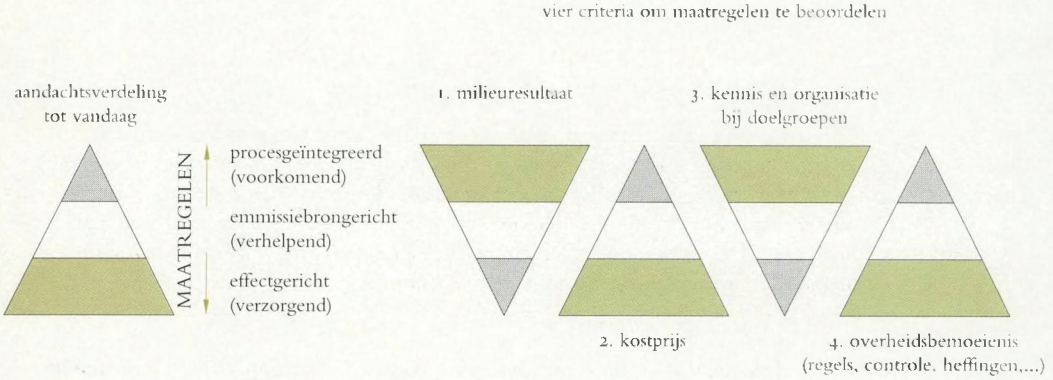
Procesgeïntegreerde maatregelen

Een groot deel van de procesgeïntegreerde maatregelen vallen onder de noemer van rationeel gebruik van land, energie, water en andere grondstoffen. Doordachte doelstellingen, functionele integratie, een preventieve houding en vooruitstrevende technieken maken een vermindering van de energie- en grondstoffenstromen mogelijk. Wanneer dit niet voldoende is om de milieuverstoringsketens te beheersen, zal een vermindering van de verstorende activiteiten in absolute zin nodig zijn.

Het vergt een grote intellectuele en organisatorische inspanning om zich los te kunnen maken van vertrouwde effect- en emissiebrongerichte maatregelen en door te stoten naar procesgeïntegreerde oplossingen.

Figuur 2 maakt een vergelijking van de drie groepen maatregelen. Volgens de linker driehoek in figuur 2 gaat de meeste aandacht van het beleid nog steeds uit naar het uiteinde van de verstoringsketens. Men staat nog onwennig tegenover procesgeïntegreerde maatregelen omdat dit vernieuwend is op vele gebieden. Het vergt een andere overheid die via integratie tussen de verschillende beleidsdomeinen (zoals landbouw, energie, verkeer en vervoer, ruimtelijke ordening, enz.) en via overleg met de maatschappelijke actoren, doelstellingen formuleert en actieprogramma's realiseert.

Figuur 2: Aandachtsverdeling tot vandaag voor de soorten maatregelen en hun prestaties per criterium.



In figuur 2 pleiten de prestaties van de drie soorten maatregelen per criterium voor deze diepgaande ommekeer in het beleid. Het milieuresultaat van procesgeïntegreerde acties is groter, en dit tegen een lagere kostprijs, zodat de milieu-efficiëntie van de ingezette middelen hoger is. Om deze gunstige uitkomsten te bereiken, is wel een grotere organisatorische inspanning van de doelgroepen nodig, maar daar tegenover staat dat de overheid minder direct zal tussenkomen. Het beleid moet hefbomen hanteren die het grootste deel van de taken in het veld toevertrouwen aan de maatschappelijke groepen in het kader van een rechtvaardig verdeelde en efficiënt georganiseerde eigen verantwoordelijkheid.

Instrumenten en structuren

Voor de beleidsmatige terugkoppeling ter beheersing van de verstoringsketens moet een stevige beleidsstructuur voorhanden zijn, toegerust om de nieuwe opdrachten van een toekomstgericht milieubeleid te kunnen uitvoeren. De ambtenaren moeten een breed palet van juridische, economische en sociale instrumenten kunnen hanteren als hefbomen om de doelgroepen te verplichten, aan te sporen en te overtuigen tot de uitvoering van de noodzakelijk geachte maatregelen. Dit vereist goed opgeleide ambtenaren werkzaam in logisch gestructureerde organisaties met homogene bevoegdheidspakketten, in goede onderlinge afstemming, en met als expliciete doelstelling de vrijwaring van het milieu en de natuur.

Leeswijzer

Na deze inleiding (deel I) bevat het boek de delen II tot V. Deel II beschrijft de ontwikkelingen in 11 maatschappelijke sectoren met een belangrijke invloed op milieu en natuur. Het biedt inzicht in de oorsprong van de milieu- en natuurproblemen.
Deel III beschrijft en analyseert in 17 hoofdstukken de belangrijkste milieuverstoringen. Sommige hoofdstukken lenen zich tot een volwaardige thematische analyse, met de koppeling van alle bronnen van de verstoring aan alle dragers ervan met duiding van alle effecten en van de rol van alle betrokken doelgroepen. Antwoorden op de vragen over het wat en hoe van de verstoringsprocessen worden aangevuld met suggesties over wat ons te doen staat (doel- en taakstellingen) en hoe dit kan (maatregelen). Deze volledigheid in benadering verschaft een stevig houvast voor het afwegen van de meest geschikte maatregelen.
Deel IV bevat eenzelfde aantal hoofdstukken over dezelfde maatschappelijke sectoren als deel II. Nu geven ze aan welke rol de sectoren spelen in de milieuprobleemvelden en welke rol ze kunnen spelen bij de aanpak van de problemen door het treffen van de geschikte maatregelen. Zo wordt de beleidsmatige terugkoppeling naar de verstoringsketens maximaal voorbereid.
Deel V is een aanzet tot kadering van het noodzakelijke, versterkte overheidsbeleid. Het bevat een overzicht en bespreking van de drie groepen instrumenten: juridische, economische en sociale. Het laatste hoofdstuk gaat in op bestaande en wenselijke beleidsstructuren.

Referenties

1 World Commission on Environment and Development, Our Common Future (Brundtland rapport), Oxford University Press, 1987.

2 MiNa-raad, Oriëntatienota Duurzame Ontwikkeling in Vlaanderen: Aanzet tot realisatie, Brussel, januari 1994.

3 VROM, Nationaal Milieubeleidsplan, 's-Gravenhage, 1989.

4 Leroy P., Milieuproblemen: een conceptuele en beleidsrelevante analyse, Nijmegen, 1993.

Deel II

Maatschappelijke ontwikkelingen

1 Bevolking | 45
2A Landbouw | 63
2B Bosbouw | 75
3 Energiesector | 83
4 Chemische nijverheid | 97
5 Industriesector basismetaal | 105
6 Bouwsector | 117
7 Overige nijverheid | 129
8 Verkeer en vervoer | 143
9 Recreatie en toerisme | 155
10 Infrastructuren | 167

II.1 Bevolking

E. Van Hecke, C. Dickens,
Instituut voor Sociale en Economische Geografie, KUL

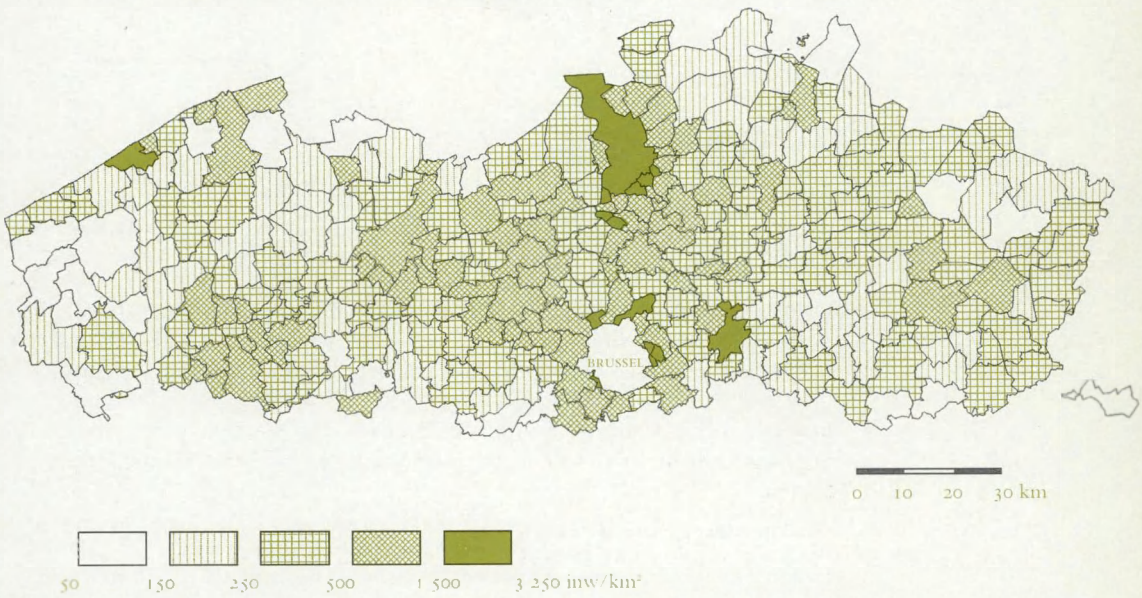
1 | Beschrijving

1.1 | Demografische kenmerken

Bevolkingsspreiding

Op 1 januari 1993 telde Vlaanderen 5 824 628 inwoners hetgeen met een gemiddelde bevolkingsdichtheid overeenstemt van 431 inwoners per km². De spreiding over de Vlaamse gemeenten is erg ongelijk (figuur 1).

Figuur 1: Bevolkingsdichtheid van het Vlaams Gewest (01-01-1993).

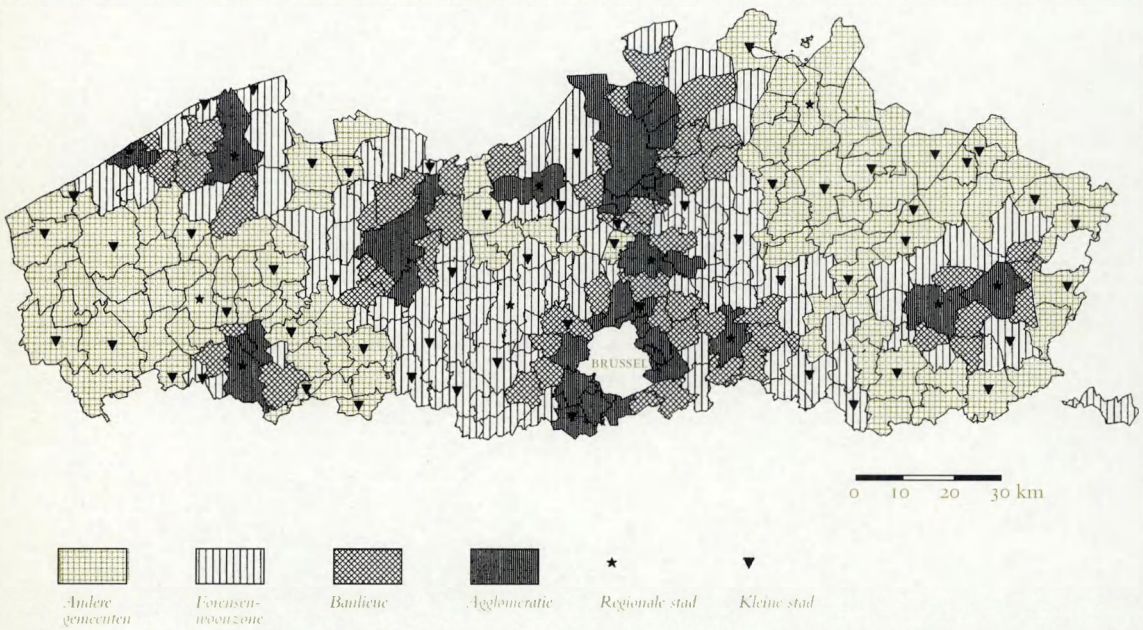


Bron : NIS[1].

Een ongelijke bevolkingsdichtheid betekent niet meteen een even ongelijke druk op het milieu, omdat die druk afhankelijk is van de kenmerken, de levenswijze en de activiteiten van de betrokken inwoners. Het is belangrijk om verschillende leefmi-

lieus te onderscheiden, enerzijds de steden en de niet-stedelijke gemeenten, anderzijds de ruimtelijke geledingen binnen de stadsgewesten. In de loop van de tijd zijn binnen de grote steden de functies gaan uitdijen. De decentralisatie had eerst betrekking op de woonfunctie en later op de handel en de tewerkstelling. Andere functies (cultuur e.a.) bleven centraal gevestigd. Hierdoor werden de verkeersstromen complexer. Aan de hand van de geografische kenmerken en de functieverschillen delen wij de stadsgewesten in stadskern, kernstad, agglomeratie en banlieue[2] in. In het gebied hieromheen bevindt zich de forensenwoonzone. De relatie van deze zone tot het stadsgewest beperkt zich tot een woon-werkrelatie. De forensenwoonzone en het stadsgewest samen worden het 'stedelijk leefcomplex' genoemd (figuur 2).

Figuur 2: Stadsgewesten in 1981 in het Vlaamse Gewest.



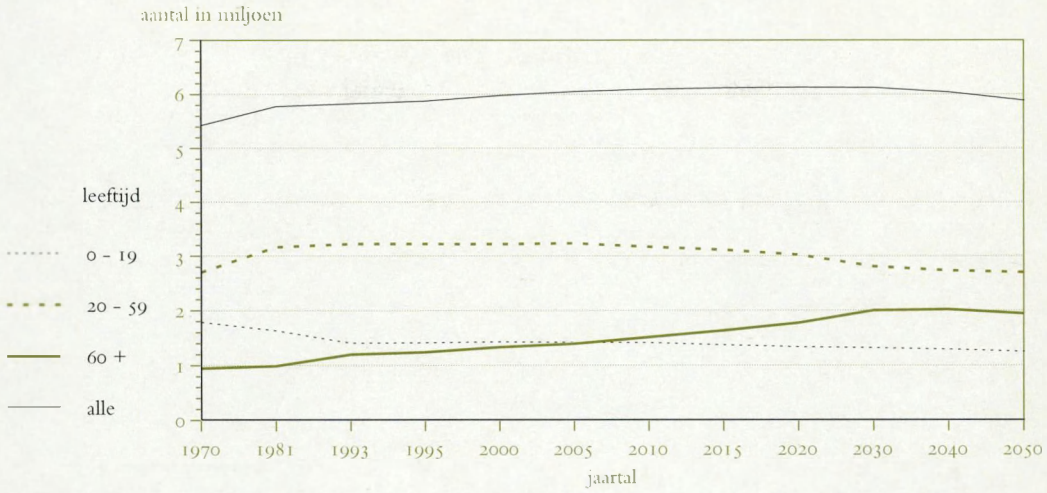
Bron: Instituut voor Sociale en Economische Geografie, KUL; NIS[1].

De decentralisatie van de economische functies heeft mede de verstedelijking van het platteland en de uitholling van de steden veroorzaakt. Vlaanderen beweegt zich in de richting van de veralgemeende stad. Dit leidt niet alleen tot chaotische verkeersstromen, aantasting van het landschap, onveiligheid en verkwisting van tijd en ruimte, maar ook tot een verdere aantasting van het milieu. Het beheersen van de stedelijke functies en activiteiten is daarom een cruciaal onderdeel van ieder milieuplanningsproces.

Bevolkingsdynamiek

De aangroei van de bevolking in de periode 1970-93 bedraagt 408 045 inwoners of 7,0 %. Dit is een gemiddelde aangroei van nauwelijks 0,3 % per jaar. De aangroei is kleiner in de periode 1981-92 dan in de periode 1970-81 (figuur 3).

Figuur 3: Bevolkingsevolutie en -prognose voor Vlaanderen 1970-2050.



Bron: NIS en Planbureau.

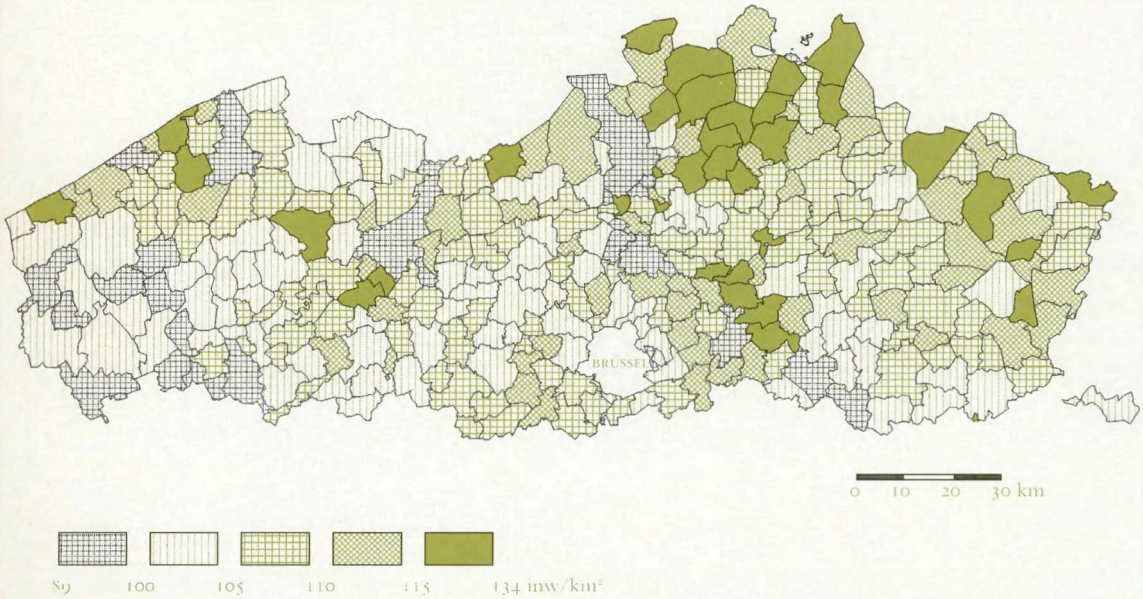
Tussen 1970 en 1993 nam de bevolking van de grote steden met 13,7 % af, terwijl de bevolking in de banlieuegemeenten met 27 %, in de agglomeratiegemeenten met 18 % en in de forensenwoonzone met 14 % toenam. De gemiddelde bevolkingsdichtheid in de forensenwoonzone bedraagt 312 inw./km^2, en buiten de stedelijke leefcomplexen bedraagt ze nog 234 inw./km^2.

Vlaanderen heeft een bevolking met *verouderde leeftijdsstructuur*. Op 1 januari 1993 was 17,9 % van de bevolking van Vlaanderen jonger dan 15 jaar, 67,2 % was tussen 15 en 64 jaar en 14,9 % was 65 jaar of ouder. Deze 'vergrijzing' doet zich vooral voor in de grote steden maar ook de andere steden en de agglomeratiegemeenten tellen minder jongeren en meer ouderen.

De *bevolkingsvooruitzichten* van 1993 geven het meest waarschijnlijke scenario van de bevolkingsontwikkeling op grond van de huidige gegevens. Volgens het centrale scenario zou de bevolking evolueren van 5 795 000 inwoners per 1 januari 1992 naar 6 089 000 in 2010 (figuur 3). Het bevolkingsaantal zou na 2025 dalen.

De totale groei is niet de belangrijkste oorzaak van de verhoogde milieudruk. Belangrijker zijn de structurele veranderingen: de verschuivingen in de *leeftijdsstructuur* en in de *ruimtelijke structuur* (figuur 4). De suburbanisatie gaat verder door en regionaal wordt de grootste bevolkingsaangroei verwacht in Limburg (+ 8,7 %) en Vlaams-Brabant (+ 6,5 %). De (geringe) verwachte bevolkingstoename in 2000 wordt bijna integraal teruggevonden in de leeftijdsgroep van 60 jaar en ouder, namelijk 156 000 inwoners meer of een toename van 11,3 % in 8 jaar (figuur 3). Deze leeftijdsverschuiving is belangrijk aangezien de consumptiepatronen aan leeftijd gebonden zijn.

Figuur 4: Verwachte bevolkingsevolutie 1993-2010 in het Vlaams Gewest (%-verandering t.o.v. 1993).



Bron: Eigen berekeningen op basis NIS en CBGS.

De huishoudens

Niet elk verbruik staat in rechtstreeks verband met het aantal inwoners. Een reeks verbruikselementen staan in verband met de samenlevingseenheid 'huishouden'.

In 1991 waren er 2,2 miljoen private huishoudens tegen 1,7 miljoen in 1970. Het aantal huishoudens is aanmerkelijk meer toegenomen dan het aantal inwoners. Deze evolutie is veroorzaakt door verschillende factoren: de vergrijzing waardoor er meer weduwen achterblijven; de tendens om het ouderlijk huis te verlaten om alleen te gaan wonen of jonger te gaan samenwonen; de toename van het aantal echtscheidingen; de toename in de huwelijksleeftijd in de tachtiger jaren en de vermindering van de vruchtbaarheid. Het aantal éénpersoonshuishoudens is meer dan verdubbeld over de periode 1970-91.

In de grote steden is de gemiddelde *omvang* van de huishoudens het kleinst. In de regionale steden en de agglomeratiegemeenten is die omvang iets groter. Het aandeel van de éénpersoonshuishoudens is het grootst in de grote steden (41 %), gevolgd door 17 % in de banlieue, de forensenwoonzone en de resterende gemeenten.

De *prognose* van het aantal huishoudens is afhankelijk van een groot aantal onzekerheden. Van 2,2 miljoen in 1991 zou het aantal huishoudens nog verder stijgen tot 2,44 miljoen in 2000 en 2,58 miljoen in 2010 (tabel 1). De reeds voor de periode 1970-91 vermelde determinanten zijn voor de toekomstige toename van het aantal huishoudens verantwoordelijk. Het aantal éénpersoonshuishoudens neemt toe van 528 000 in 1991 naar 664 000 in het jaar 2000 en 768 000 in 2010. Het aantal tweepersoonshuishoudens neemt toe door de levenskanstoename, zodat oudere koppels langer leven, en door de toename van éénoudergezinnen met één kind (toename van het aantal echtscheidingen). De toename van het aantal huishoudens heeft een grote invloed op de consumptie, in het bijzonder op die van duurzame goederen.

Tabel 1: Evolutie en vooruitzichten van het aantal huishoudens in het Vlaamse Gewest.

	Evolutie		Vooruitzichten	
	1981	1991	2000	2010
Totaal aantal huishoudens (x 1 000)	1 968	2 203	2 438	2 576
Gemiddeld aantal personen/huishouden	2,83	2,62	2,45	2,36
Aantal huishoudens i.f.v. aantal leden ervan (%)				
1-persoon	18,7	24,0	27,3	29,8
2-personen	30,1	31,0	32,3	33,1
3 of meer personen	51,2	45,0	40,4	37,1
Aandeel (%) van het aantal huishoudens i.f.v. leeftijd van de referentiepersoon				
< 34 jaar	24,1	21,9	17,0	14,3
35-49 jaar	27,1	28,5	31,2	30,5
50-64 jaar	25,2	25,4	25,5	28,8
>=65 jaar	23,6	24,2	26,3	26,3

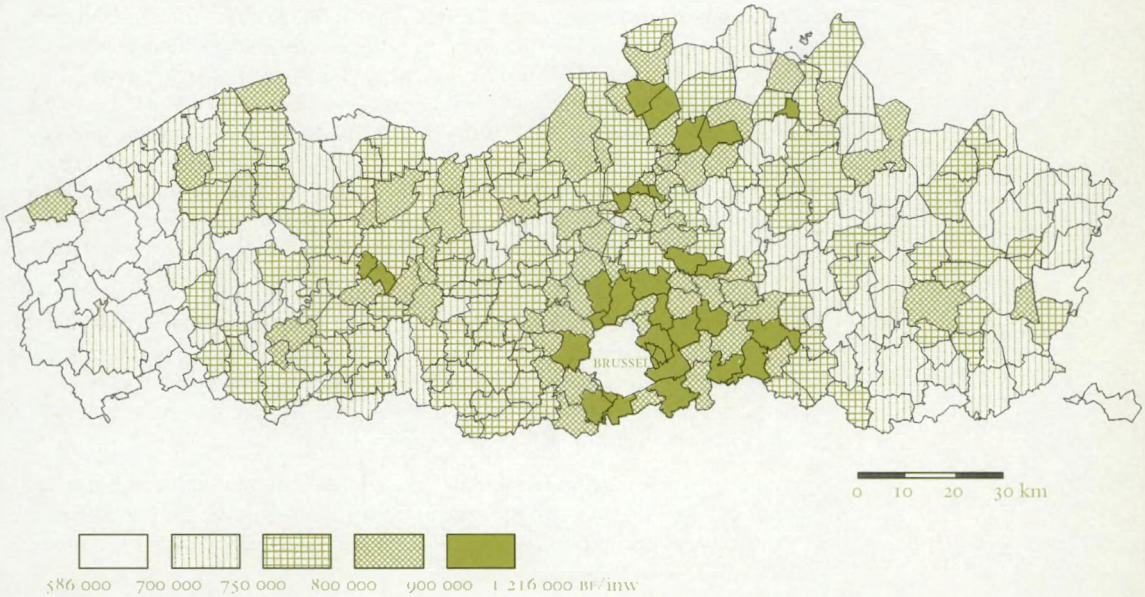
Bron: NIS[1] voor 1986 en 1991; berekeningen E. Van Hecke op basis van P. M. Boulanger, e.a. (1994)[3] voor 2000 en 2010.

1.2 | Socio-economische kenmerken

Het inkomen

In 10 jaar tijd nam het gemiddelde belastbaar inkomen per inwoner in Vlaanderen nominaal toe met 72 % van 190 000 BF in 1981 tot 327 800 BF in 1991 (figuur 5). De index van de consumptieprijzen steeg met 49 %. De reële toename van de koopkracht bedraagt 15 % of minder dan 1,5 % per jaar. Deze koopkrachtstijging uit zich in verschuivingen in de consumptieuitgaven.

Figuur 5: Gemiddeld inkomen per aangifte per gemeente in 1991 (aanslagjaar 1992) Vlaams Gewest.



Gemiddelde Vlaams Gewest: 785 671 BF/aangifte

Bron: NIS[1].

Bij het samennemen van bevolkingsevolutie en inkomensevolutie valt op dat de totale koopkracht in de steden en hun agglomeratiegemeenten er minder op vooruit gegaan is dan elders waardoor de problemen van stedelijke verloedering verscherpt worden. De relatief grotere stijging van de koopkracht buiten de stedelijke agglomeraties verhoogt er de consumptie en de milieuproblemen die daaruit voortkomen. In de nabije toekomst zal deze druk van de consumptie op het milieu nog toenemen.

Werken en pendel

De grote en de regionale steden bieden 42 % van de tewerkstelling maar herbergen slechts 26 % van de bevolking. De concentratie van de tewerkstelling ten opzichte van de bevolking geeft aanleiding tot grote verkeersstromen. De evolutie van de lokalisatie, die ruimtelijk meer verspreid is, geeft aanleiding tot *minder gerichte* stromen wat het gebruik van het openbaar vervoer bemoeilijkt.

De recentste gegegens dateren van de volkstelling van 1981. Uit de evolutie 1970-81 blijkt het groter autogebruik en de gemiddeld grotere afstand waarover gependeld wordt. Van de 1,68 miljoen dagelijks reizende pendelaars waren er in 1981 47 % (29 % in 1970) die de auto (als bestuurder) als voornaamste vervoermiddel gebruikten en 13 % (22 % in 1970) het openbaar vervoer. 8 % (6 % in 1970) kon van vervoer van de werkgever genieten en 7 % (6 % in 1970) was medereiziger in een auto. De overige 25 % (37 % in 1970) reisden met de fiets, de motor of gingen te voet. Van de pendelaars legden 55,6 % (65,6 % in 1970) een afstand van minder dan 10 km af, 31 % (25 % in 1970) een afstand van 10 tot 30 km, 8,5 % (6,4 % in 1970) van 30 tot 50 km en 4,9 % (4 % in 1970) meer dan 50 km.

De toenemende motorisering en de verdergaande spreiding van de bevolking en van de tewerkstelling na 1981, zal de toename van de woon-werkverplaatsingen met de auto nog versterkt hebben.

Het wonen

Het *aantal woningen* nam, parallel met de groei van het aantal huishoudens, sterk toe van 1 694 000 in 1970 tot 2 141 000 in 1991. In de periode 1970-91 onderging het woningenbestand belangrijke veranderingen. Zowel relatief als absoluut was er een *verjonging*: tussen 1970 en 1991 werden ongeveer 625 000 nieuwe woningen gebouwd. Het totaal aantal steeg slechts met 447 000 omdat er in dezelfde periode woningen gesloopt werden. In de periode 1970-91 werden de woningen *ruimer* en kregen meer *comfort*: bijna alle woningen hebben nu stromend water en de meeste hebben een w.c. met waterspoeling binnen de woning, en een badkamer of een douche; ook het aantal woningen met centrale verwarming nam beduidend toe. Voor de centrale verwarming was er een belangrijke verschuiving in de *brandstof*: van steenkolen en stookolie naar aardgas en elektriciteit.

Het water- en energiegebruik is toegenomen omdat woningen ruimer worden, met meer comfort zijn ingericht, en vooral omdat het aantal woningen is toegenomen. De verjonging van de woningen zal echter tot energiebesparing leiden (betere ketels, isolatie). De verschuiving in de brandstoffen is gunstig voor aardgas, maar het gestegen elektriciteitsverbruik is energieverslindend.

Hoewel de toename van het aantal huishoudens kleine huishoudens betreft, nam het *aandeel eengezinswoningen* (78 %) in het totaal aantal woningen met 360 000 toe in de de voorbije twintig jaar. Twee derde van de ééngezinswoningen zijn in open bebouwing of in half-open bebouwing gelegen:

Voor het milieu heeft de toename van de ééngezinswoningen een dubbele implicatie:

- een groter aandeel van de ruimte wordt voor woningbouw ingenomen;
- de verwarming van ééngezinswoningen vereist een groter energiegebuik.

Van het aantal woningen zijn er 73 % die een *tuin* hebben. Een tuin is belangrijk voor het milieu vanwege de produktie van tuinafval en vanwege de mogelijkheid tot zelfcompostering van de biologische bestanddelen van het huisvuil.

Naar *bewoningstitel* is het aandeel van de woningen bewoond door een eigenaar toegenomen. Het aandeel eigenaars is veel hoger in de klasse der ééngezinshuizen dan in de klasse meergezinshuizen. De eigendomsverhoudingen zijn belangrijk bij het nemen van milieubeleidsmaatregelen omdat een eigenaar anders zal reageren dan een huurder. Het aandeel eigen woningen is het kleinst in de grote (47 %) en de regionale (61 %) steden en het grootst buiten de steden en de agglomeraties (77 à 78 %).

Gegevens over *isolatie* dateren van 1981. Toen waren 31 % van de woningen van isolatie voorzien.

In 1981 werden 89 592 *tweede woningen* geteld. Hun verdeling is vooral geografisch bepaald: twee derde ervan zijn in West-Vlaanderen gelegen. Tweede woningen betekenen een supplementaire druk op de beschikbare ruimte. Door een intensieve behuizing in sommige perioden van het jaar geven ze aanleiding tot overbelasting van de huisophaling en van infrastructuren zoals wegen, parkeerplaatsen, riolering.

Het autobezit

In 1992 waren er in Vlaanderen 2 358 659 personenwagens ingeschreven of 41 personenwagens per 100 inwoners. In 1970 waren dit er maar 1,1 miljoen of 20,4 per 100 inwoners. Terwijl de bevolking met 5 % toenam en de huishoudens met 29,5 %, verdubbelde het aantal wagens. Naast de welvaartsgroei is de toename van het aantal huishoudens verantwoordelijk voor de toename van het aantal wagens. In 1991 hadden 24 % van de huishoudens geen auto, 58 % hadden één auto en 18 % beschikten over twee of meer auto's.

In de agglomeratie en banlieue hebben ongeveer 24 % van de huishoudens twee of meer wagens. Tussen 1981 en 1991 nam het aantal huishoudens met minstens één wagen het meest toe in de banlieue en de forensenwoonzone hetgeen duidelijk aantoont dat de suburbanisatie een levenswijze inhoudt die sterk afhankelijk is van de wagen.

Uit de analyse van de bevolkingsevolutie blijkt dat noch voor de voorbije periode 1970-92, noch voor de volgende periode 1992-2010, de evolutie van het inwonertal verantwoordelijk is voor de (mogelijke) toename van milieuproblemen. Niet het inwonertal, maar de toename van het aantal huishoudens en de socio-economische kenmerken (welvaartsgedrag en -consumptie) van de bevolking zijn hiervoor sterk verantwoordelijk. Het uitdijen van de stedelijke leefcomplexen en de ontvolking van de steden veroorzaken ruimtelijke problemen, met daaraan gekoppeld een reeks milieuproblemen (versnippering, lawaaihinder, energiegebruik, enz.).

1.3 | De consumptie

Structuur en evolutie van de consumptie

We zullen de structuur en de evolutie van het verbruik van de huishoudens voor het Vlaams Gewest inschatten aan de hand van de budgetenquêtes van het NIS (1978/1979 en 1987/1988). De *structuur* van het goederenbezit en de bestedingen belicht hoe een huishouden met het beschikbare inkomen omgaat en bepaalde prioriteiten legt (tabel 2 en 3).

Tabel 2: Goederenbezit per huishouden in het Vlaams Gewest in 1978 en 1987.

Kenmerken		Aantal huishoudens met kenmerk in 1987	Penetratiegraad (in %)[a] 1978	1987
Huisvesting:	eigen woning	1 492 137	69	70
	centrale verwarming	1 337 966	57	63
Auto's:	geen auto	471 867	28	22
	1 auto	1 406 550	63	66
	2 auto's of meer	247 013	8	12
Huishoudelijk comfort:	zwart-wit t.v.	266 480	36	13
	kleuren t.v.	1 877 312	62	88
	videorecorder	582 962	..	27
	koelkast	2 070 782	94	97
	diepvriezer	1 475 361	59	69
	wasmachine	1 818 351	80	86
	vaatwasmachine	392 979	13	18
	homecomputer	164 751	..	8

[a] *penetratiegraad = aandeel van de huishoudens met met vernoemd kenmerk. Bron: Gezinsbudgetenquête, NIS[1].*

Tabel 3: Structuur van de bestedingen van de huishoudens in het Vlaamse Gewest in 1978 en 1987 (in prijzen van 1987).

Soort uitgaven	Gmi. besteding per huishouden 1987 BF	1987/ 1978	Gmi. besteding per persoon 1987 BF	1987/ 1978	Structuur (in %) 1978	1987
Voeding, Dranken en Tabak	136 499	0,83	54 600	0,99	22,68	19,54
Kleding en schoeisel	59 295	0,87	23 718	1,04	8,81	8,49
Huisvesting	193 626	0,95	77 450	1,14	24,26	27,72
Huur	*150 640*	*1,08*	*60 256*	*1,30*	*17,52*	*21,57*
Waterverbruik	*2 908*	*1,09*	*1 163*	*1,30*	*0,35*	*0,42*
Elektriciteit	*21 549*	*1,18*	*8 620*	*1,41*	*2,34*	*3,09*
Gas	*8 706*	*0,84*	*3 482*	*1,01*	*1,27*	*1,25*
Vloeibare brandstoffen	*6 785*	*0,54*	*2 714*	*0,65*	*2,12*	*0,97*
Vaste brandstoffen e.a.	*3 038*	*0,46*	*1 215*	*0,55*	*0,67*	*0,44*
Meubelen totaal w.o.	49 946	0,71	19 978	0,85	9,73	7,15
Verwarmings- en huishoudapp.	*7 760*	*0,88*	*3 104*	*1,06*	*1,30*	*1,11*
Dagelijks onderhoud	*10 642*	*0,73*	*4 257*	*0,87*	*1,80*	*1,52*
Gezondheidszorg	25 323	0,98	10 129	1,18	3,39	3,63
Vervoer en communicatie w.o.	86 872	0,96	34 749	1,15	11,70	12,44
Aankoop van voertuigen	*29 341*	*0,82*	*11 736*	*0,99*	*3,90*	*4,20*
Gebruikskosten	*42 514*	*0,97*	*17 006*	*1,16*	*6,10*	*6,09*
Vervoerdiensten	*5 523*	*0,92*	*2 209*	*1,11*	*0,71*	*0,79*
Ontwikkeling, ontspanning w.o.	49 543	0,92	19 817	1,10	7,07	7,09
Toestellen en toebehoren	*19 673*	*0,97*	*7 869*	*1,16*	*3,14*	*2,82*
Diensten ontw. en ontsp.	*15 703*	*1,01*	*6 281*	*1,21*	*1,86*	*2,26*
Boek, krant, tijdschrift	*8 665*	*0,83*	*3 466*	*0,99*	*1,21*	*1,24*
Overige w.o.	99 983	0,98	39 993	1,18	12,68	14,31
Kappers en lich. verz.	*13 603*	*1,03*	*5 441*	*1,23*	*1,67*	*1,95*
Artikelen voor lich. verz.	*7 169*	*1,06*	*2 868*	*1,28*	*0,77*	*1,03*
Overige artikelen	*6 213*	*0,68*	*2 485*	*0,82*	*1,14*	*0,89*
Horeca	*34 010*	*1,08*	*13 604*	*1,29*	*4,14*	*4,87*
Toeristische reizen	*11 806*	*0,69*	*4 722*	*0,83*	*1,92*	*1,69*
Totale consumptie	701 087	0,91	280 434	1,09	100,00	100,00

Bron: Gezinsbudgetenquête, NIS[1].

Voor de milieuproblematiek zijn de *absolute bestedingen* en hun evolutie het meest relevant. Tabel 3 toont het verbruik in 1978 tegen prijzen van 1987 om zo de reële verbruiksevolutie per inwoner en per huishouden beter te benaderen. De bestedingen per huishouden zijn tussen 1978 en 1987 met 9 % gedaald, maar per persoon met 9 % gestegen. Meer consumptie duidt op een grotere welvaart behalve wanneer de meeruitgaven voortkomen uit de gewijzigde gezinsstructuur (de gemiddelde gezinsgrootte evolueerde van 3 personen in 1978 naar 2,5 in 1988). Bij een stijging van de bevolking met 1,7 % van de bevolking in de periode 1977-87 is het totaal verbruik met 10,8 % gestegen. De consumptieverhoging deed zich niet op alle vlakken voor. De uitgaven *per inwoner* voor meubelen, tapijten en andere meubileringsartikelen daalden sterk, de voedingsconsumptie per inwoner bleef gelijk en de uitgaven voor kleding stegen slechts met 4 %. De uitgaven voor gezondheidszorg (+ 18 % per persoon), voor vervoer en communicatie (+ 15 %), voor lichamelijke verzorging (+ 23 %) en voor uitgaven in de horecasector (+ 29 %) namen meer toe dan de koopkracht.

Bepaalde evoluties tussen 1978 en 1987 zijn belangrijk voor de milieuproblematiek. Het *energiegebruik* voor auto's is per inwoner met ongeveer 17 % gestegen. De uitgaven voor verwarming en verlichting zijn met 12 % gedaald ondanks een toename het elektriciteitsverbruik met ongeveer 40 % per inwoner. Er zijn een aantal factoren die verantwoordelijk zijn voor de daling van de verwarmingsuitgaven: de consument gaat zuiniger om met verwarming, ondanks een toename van centrale verwarming; huizen worden beter geïsoleerd en vrouwen werken vaker buitenshuis. Het *waterverbruik* is met 30 % gestegen.

Bij de *duurzame goederen* nemen de uitgaven voor huishoudelijke apparaten (vaatwasmachines, wasmachines, grasmaaimachines, elektrische apparaten voor knutselwerk) met 18 % toe, de uitgaven voor toestellen in verband met ontspanning (TV's, hi-fi, muziekinstrumenten; ook 'verbruiksgoederen' in verband hiermee zoals filmen, CD's, enz.) met 16 % en de uitgaven voor nieuwe auto's met 7 %. Dit vertaalt zich in een verhoogd grondstoffenverbruik en energiegebruik. Al in 1978 was het bezit van TV en koelkast veralgemeend. In de beschouwde periode steeg het aandeel van diepvriezers en wasmachines; de vaatwasmachine steeg relatief het sterkst hoewel die nog verre van veralgemeend voorkomt. Het intenser gebruik van reinigings- en onderhoudsprodukten voor de woning (+ 25 % per persoon) en het frequenter gebruik van artikelen voor lichaamsverzorging (+ 23 % per persoon) leiden tot een groter gebruik van *wegwerpartikelen, allerlei scheikundige stoffen* en *papierfabrikaten*.

Evolutie in de voedingsconsumptie

De evolutie van voedingsgewoonten is belangrijk voor het milieu omdat de voeselconsumptie het meeste huisvuil veroorzaakt, zij het via organisch afval, zij het via de verpakking. Het vleesverbruik nam sterk toe in de zeventiger jaren en trager hierna. De vleesproduktie impliceert een verlenging van de voedselketen en is daarom energieverslindend. Het minder seizoengebonden karakter van het groenten- en fruitverbruik is eveneens energieverslindend, of het nu rechtstreeks is via de glastuinbouw in Vlaanderen of onrechtstreeks via het transport door import.

De verbruiksvorm beïnvloedt de energie-intensiteit van de voedselketen: diepvriesprodukten, bereide maaltijden, enz.. Het verbruik van diepgevroren produkten neemt toe. Er is een verschuiving naar kant-en-klare en bereide schotels. Een groter verbruik van industrieel bereide produkten leidt tot een verschuiving in de afvalstroom, namelijk van de huishoudens naar de industrie (bv. voor groenten en aardappelen) en leidt tot een hoger gebruik van verpakkingsmateriaal.

In de voedingssector valt de grote substitutie op in de drankensector: alcoholische dranken nemen af ten voordele van alcoholvrije dranken, hetgeen een belangrijke

invloed heeft op de *verpakking* (tabel 4). Belangrijke evoluties in de voedingssector, zoals meer verpakking voor hetzelfde netto-produkt en verpakkingen in kleine porties ontsnappen echter aan de waarnemingen van de budgetenquête.

Tabel 4: Evolutie van het verbruik van enkele dranken in liter per persoon per jaar.

	1978	1987	%-evolutie
Fruitsap	6,5	14,0	+ 115
Mineraal water	38,0	58,0	+ 53
Limonade	32,0	48,0	+ 50
Bier	42,0	30,0	- 29
Wijn + alcohol	15,0	17,0	+ 13
Totaal	*133,5*	*167,0*	*+ 25*

Bron: Budgetenquête, België, NIS[1].

De invloed van het inkomen

Naargelang het inkomen stijgt, neemt het aandeel voor voeding, drank, huur, bijkomende lasten en gezondheidszorg af. Deze noodzakelijke behoeften vertegenwoordigen 58 % van de uitgaven in het eerste inkomenskwartiel terwijl zij nog maar 45 % vertegenwoordigen in het hoogste inkomenskwartiel. Daar blijft meer ruimte over voor kleding, meubilering en huishoudelijke apparatuur, vervoer, ontspanning en diverse goederen en diensten. De verschillende uitgavenstructuur heeft ook te maken met de kenmerken van de huishoudens die tot deze kwartielen behoren. Het aantal personen per huishouden neemt bijvoorbeeld toe van 1,4 in het eerste tot 3,6 in het vierde inkomenskwartiel.

De invloed van het aantal personen per huishouden

Naarmate het aantal personen in een huishouden stijgt, verandert de *structuur* van de uitgaven: het aandeel van de uitgaven voor voeding, kleding en schoeisel neemt toe. Daarentegen neemt het aandeel van de uitgaven voor huisvesting, voor gezondheidszorg en voor de 'overige goederen en diensten' af. De uitgaven voor vervoer en communicatie bereiken een maximum in de drie- en vierpersoonshuishoudens.

Tabel 5 geeft het verloop van de *bestedingen per persoon* naargelang het aantal personen in het huishouden. De bestedingen van de eenpersoonshuishoudens zijn als referentie genomen. Voor 'persoonsgebonden' bestedingen nemen de uitgaven per persoon weinig af naarmate het aantal leden van het huishouden toeneemt. Dit is bijvoorbeeld het geval voor kleding en voeding. Andere bestedingen zijn meer 'huishoudengebonden': ze nemen per persoon sterk af naarmate het huishouden groter wordt. Deze grotere huishoudens genieten reële schaalvoordelen (bv. huur en verwarming). Uitgaven voor water en elektriciteit nemen een intermediaire positie in: ze zijn driemaal hoger in zespersoonshuishoudens.

Uit de penetratiegraden blijkt dat voor het bezit van een wagen er een duidelijk verschil bestaat tussen de één- en de meerpersoonshuishoudens, en in de huishoudens met drie personen of meer is het aandeel met twee wagens fors hoger. Er wordt in huishoudens met veel personen duidelijk meer geïnvesteerd in duurzame goederen dan in kleine huishoudens; er is een regelmatige stijging in functie van het aantal personen. Het gaat hier vooral om de vaatwasmachine, in mindere mate de diepvriezer, de naaimachine en de homecomputer. Voor video's is er een duidelijk verschil tussen de twee- en de driepersoonshuishoudens, voor de wasmachine tussen één- en tweepersoonshuishoudens.

Tabel 5: Kenmerken van de huishoudens en uitgaven per persoon in functie van het aantal personen per huishouden in het Vlaamse Gewest in 1987.

Kenmerken	Aantal huishoudens met kenmerk	Aantal personen per huishouden						
		1 (60+)	1 (60-)	2	3	4	5	6+
		penetratiegraad[a] (in %)						
Huisvesting								
eigen woning	1 492 137	66	38	74	71	79	82	83
centrale verwarming	1 338 378	51	46	62	70	73	75	59
Auto's: geen auto	471 867	63	33	23	7	7	7	4
Auto's: 1 auto	1 406 550	36	66	70	70	75	70	85
Auto's: 2 of meer	247 013	1	2	7	23	18	23	11
Huishoudelijk Comfort								
zwart-wit t.v.	266 480	10	15	9	15	17	14	11
kleuren t.v.	1 877 312	86	70	92	89	93	90	91
videorecorder	582 962	8	23	22	40	37	33	36
koelkast	2 070 782	93	95	99	98	99	97	98
diepvriezer	1 475 361	41	42	71	81	82	89	91
wasmachine	1 818 351	55	58	91	96	98	98	100
vaatwasmachine	392 979	51	9	13	23	28	40	35
homecomputer	164 751	0	5	4	11	15	16	13

[a] *penetratiegraad = aandeel van de huishoudens met bedoelde uitrusting.*

Bron: Gezinsbudgetenquête 1987/1988, NIS.

De invloed van de leeftijd

Een gewijzigde leeftijdsstructuur geeft aanleiding tot andere verbruikspatronen. Binnen de leeftijd doet zich een belangrijke trendbreuk in het verbruik voor rond 65 jaar. Huishoudens jonger dan 30 jaar geven ten opzichte van de andere leeftijdsgroepen relatief het meeste uit voor vervoer en ook wel voor meubilering en huishoudelijke toestellen. Oudere leeftijdsgroepen geven meer uit aan verwarming en water maar minder aan autobrandstof. De uitgaven voor artikelen voor lichamelijke verzorging dalen van jong naar oud. De invloed van wegwerpartikelen (o.a. luiers) speelt hierin een grote rol. De aankoop van huishoudapparaten weegt meer door bij de jongste groep maar is niet zoveel hoger dan in de andere groepen door het effect van geleidelijke aankoop en van vervanging.

Binnen de éénpersoonshuishoudens brengt het wagenbezit de meest kenmerkende differentiatie in functie van de leeftijd: een derde van de alleenstaanden ouder dan 60 jaar heeft een wagen, tegenover twee derde van de groep jonger dan 60 jaar. Voor de overige duurzame goederen is de videorecorder kenmerkend voor de jongere huishoudens, het bezit van een vaatwasmachine voor de oudere huishoudens. Twee derde van de alleenstaanden ouder dan 60 jaar wonen in hun eigen huis; voor de alleenstaanden jonger dan 60 jaar is dit een derde. De bestedingen van de alleenstaanden jonger dan 60 jaar liggen 15 % hoger dan die van alleenstaanden ouder dan 60 jaar. Bijna de helft van deze hogere bestedingen gaan naar vervoer; verder geven ze 70 % meer uit aan ontwikkeling en ontspanning, 35 % aan meubelen, 25 % aan 'overige' goederen en diensten en 20 % aan kleding. Ouderen daarentegen geven 40 % meer uit aan gezondheidszorg, 5 % meer aan voeding en 20 % meer aan verwarmingskosten. Bij de éénpersoonshuishoudens ouder dan 60 jaar zijn de aandelen voor voeding, huisvesting en gezondheidszorg groter in de totale uitgaven dan bij de éénpersoonshuishoudens jonger dan 60 jaar.

De invloed van de woonplaats en type woning

De belangrijkste bestedingsverschillen tussen huishoudens op het platteland of in de stad situeren zich op niveau van de kosten voor autobrandstof die aanmerkelijk lager liggen in de stedelijke gebieden dan op het platteland. Voor openbaar vervoer kennen steden een lichte meeruitgave. Voor de huishoudelijke brandstoffen wordt in de stedelijke gebieden 27 % minder uitgegeven per huishouden maar slechts 4 % per persoon. Voor elektriciteit liggen de uitgaven per huishouden 30 % lager en per inwoner 15 %. In de plattelandsgemeenten wordt er meer centraal verwarmd met elektriciteit.

Bij een gelijk aantal personen in het huishouden liggen de uitgaven voor brandstoffen in een ééngezinswoning 25 % hoger dan in een appartementsgebouw met minder dan 10 woningen en zelfs 40 % hoger dan in grotere appartementsgebouwen. Voor elektriciteitsverbruik bedraagt het verschil tussen beide woonvormen tussen 20 % en 25 %, ook in het nadeel van de ééngezinswoningen. Dit verschil kan gedeeltelijk worden verklaard door de verschillende types huishoudens die de respectievelijke woningen betrekken.

Bestedingsvooruitzichten

Voor de komende periode is de verandering in de *structuur van de huishoudens* de belangrijkste demografische determinant voor de toekomstige verschuivingen in de globale bestedingen tot 2010. Bij constant gehouden bestedingsstructuur zouden de globale bestedingen 7,4 % hoger liggen in het jaar 2000 dan in 1991, dit bij een bevolkingsaangroei van 3,5 % (tabel 6). De wijziging in de huishoudelijke structuur brengt duidelijk meerkosten mee. In het jaar 2010 zouden de globale bestedingen 11 % hoger liggen bij een bevolkingsaangroei van 5,5 % voor de periode 1991-2010. De toename is niet voor alle uitgavenrubrieken identiek. Ze is hoger dan het gemiddelde voor huur, waterverbruik, de verwarming van de woning, boeken, kranten en tijdschriften, horeca, volledig verzorgde toeristische reizen en diverse goederen en diensten. Het verschillend verloop naargelang de rubrieken wordt hoofdzakelijk bepaald door de toename van de éénpersoonshuishoudens en de verdere afname van de grotere huishoudens.

Tabel 6: Prognose van de toename (in %) van de bestedingen door veranderingen in de structuur van de huishoudens en de bevolkingstoename (in %) in Vlaanderen.

	1991-2000	1991-2010
Aankoop voertuigen	+ 4,6	+ 6,0
Voeding, dranken en tabak	+ 6,5	+ 9,6
Kleding	+ 5,3	+ 7,5
Verwarming en huishoudapparaten	+ 7,1	+ 10,8
Goederen en diensten voor dagelijks onderhoud	+ 7,4	+ 11,1
Elektriciteit	+ 7,3	+ 11,1
Waterverbruik	+ 8,0	+ 12,3
Gebruikskosten voertuigen	+ 6,4	+ 9,8
Boeken, kranten, tijdschriften	+ 7,9	+ 12,2
Horeca	+ 8,3	+ 12,8
Toeristische reizen	+ 8,2	+ 11,7
Gezondheidszorg	+ 9,0	+ 13,5
Huur	+ 9,1	+ 13,9
Huishoudelijke brandstoffen	+ 9,9	+ 15,4
Totaal private consumptie	*+ 7,4*	*+ 11,1*
Bevolkingstoename	+ 3,5	+ 5,5

Bron: Eigen berekeningen op basis van budgetenquêtes, NIS[1], en prognose van huishoudens.

De invloed van de evolutie van de *leeftijdsstructuur* is moeilijk te achterhalen omdat de invloed van de huishoudgrootte belangrijker is. Enkele trends veroorzaakt door de vergrijzing zijn: een verhoging van de kosten voor geneeskundige verzorging en een toename van de kosten voor verwarming, horecauitgaven, volledig verzorgde toeristische reizen, verbruik in vreemde munten. De uitgaven voor autobrandstof, speelgoed, artikelen voor sport en ontspanning, compactdisc's, niet-alcoholische dranken andere dan water, enz. nemen relatief af.

Deze vooruitzichten houden geen rekening met verschuivingen in de bestedingsstructuur vanwege maatschappelijke evoluties en met verschuivingen vanwege de evolutie van de *welvaart*. Een toename van de levensstandaard en meer vrije tijd zullen uitgaven voor vervoer, ontspanning, diverse goederen en diensten (horeca, toerisme, enz.) maar ook van huisvestingscomfort sterker doen stijgen dan alleen maar uit de demografische trend blijkt.

De welvaartstoename en voornamelijk de toename van het aantal huishoudens, veroorzaken verschuivingen in de consumptiepatronen en een toename van de globale consumptie. Dit leidt tot een grotere belasting van het milieu.

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

2.1 | Ruimte

De meeste menselijke activiteiten vereisen ruimte. Landbouw, bos en natuur nemen het grootste deel van de ruimte in. Het overig menselijk ruimtegebruik leidt tot versnippering en verstedelijking van de ruimte. Figuur 6 licht het ruimtelijk beeld toe. Uit tabel 7 blijkt dat de bebouwde percelen 9,9 % (133 277 ha) van de oppervlakte van Vlaanderen innamen in 1980 en reeds 13,6 % (183 438 ha) in 1991. Deze toename staat niet in verhouding tot de bevolkingstoename en wijst op een onverantwoorde ruimteconsumptie. Ongeveer 2/3 van de bebouwde percelen bestaat uit woningen. Hun oppervlakte nam met 31 % toe (het aantal woningen met 10 %!). Het grootste deel van de bijgekomen woningen zijn (alleenstaande) ééngezinswoningen op bouwgrondpercelen van gemiddeld 12 are. Het huidig gemiddelde voor alle bestaande woonpercelen is 6,8 are.

Tabel 7: Bodembezetting op 1 januari 1980 en 1991 in Vlaanderen.

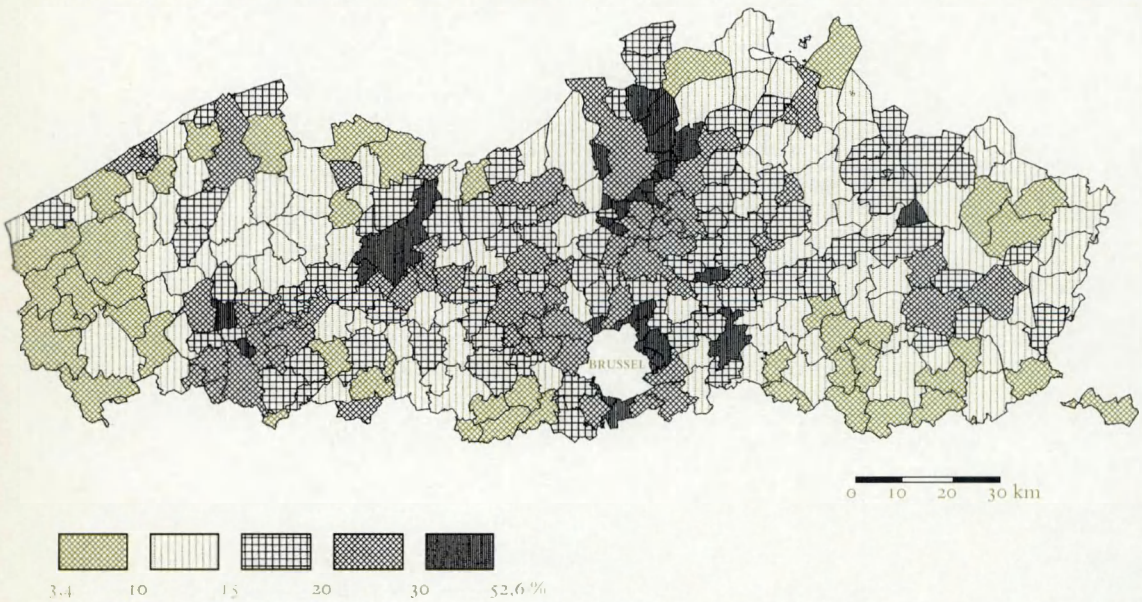
	Oppervlakte in 1980		Oppervlakte in 1991		%-evolutie
	ha	%	ha	%	1980-1991
Onbebouwde percelen	1 139 726	84,35	1 078 900	79,79	- 5
Bebouwde percelen	133 727	9,90	183 438	13,56	+ 37
Woningen	102 066	7,55	133 987	9,90	+ 31
Ind. en tert. geb.	20 133	1,49	30 106	2,22	+ 50
Openb. en nutsgeb.	11 528	0,86	19 345	1,44	+ 68
Totaal Gekadastr. opp.	1 273 492	94,25	1 262 339	93,35	- 1
Niet gekad. opp.	77 651	5,75	89 886	6,65	+ 16
Totale opp.	*1 351 143*	*100,00*	*1 352 225*	*100,00*	

Bron: Administratie van het kadaster, NIS[1].

De ruimtetoename voor industrie, handelsbestemming, recreatie en sport, is relatief nog groter dan voor de woonfunctie (tabel 7). Net zoals de ruimtetoename voor bewoning niet in verhouding is tot de bevolkingstoename, is de toename voor de andere functies geen weerspiegeling van een tewerkstellingstoename. Het gaat hier ofwel om een niet oordeelkundig ruimtegebruik ofwel om een reële ruimtebehoefte tengevolge van de toegenomen welvaart- en welzijnseisen van de moderne mens.

Deze uitbreiding manifesteert zich ruimtelijk sterk verspreid, met versnippering van het platteland en meer autoverkeer tot gevolg.

Figuur 6: Percentage geürbaniseerde oppervlakte in 1990 in het Vlaamse Gewest.



Gemiddelde Vlaams Gewest: 15,7 %

Bron: Kadaster, NIS[1].

In de komende 10 jaar zal de verwachte groei van het aantal huishoudens, de verdere decentralisatie van de werkfunctie en de uitbreiding van de recreatieve functie, een vergroting van de geürbaniseerde oppervlakte met 35 000 tot 40 000 ha veroorzaken. Dit is ongeveer 18 % meer ten opzichte van 1991. Op termijn zou deze groeivoet echter kunnen afnemen omdat de toename van de huishoudens vooral betrekking heeft op éénpersoonshuishoudens. Deze wonen naar verhouding meer in appartementswoningen.

2.2 | Energie

Tabel 8 geeft de evolutie en de structuur van het verbruik van de energiebronnen door de huishoudens.

Tabel 8: Huishoudelijk energiegebruik in Vlaanderen.

					%-aandeel aanwending in 1992				
Energiedrager	Tot. 1970	Tot. 1978	Tot. 1987	Tot. 1992	Verwar -ming	Warm water	Koken	Overig huish.	Vervoer
Steenkool (10^3 ton)	2 800	800	380	365	100	0	0,0	.	.
Stookolie (10^6 l)	2 150	3 244	1 930	1 940	92	8	0,0	.	.
Aardgas (10^6 GJ)	15	54	59	66	88	8	4,0	.	.
Butaan- en propaangas (10^6 kg)	..	114	49	..	50	25	25,0	.	.
Elektriciteit (GWh)	2 700	5 430	8 075	9 460	21	10	12,5	56,5	.
Benzine (10^6 l)	1 100	1 600	1 390	1 370	.	.	.	.	100
Diesel (10^6 l)	50	80	420	580	.	.	.	.	100

Bron: Eigen berekening op basis van gegevens van gezinsbudgetenquêtes, Electrabel, BFE, FIGAS, Eurostat[4].

Op basis van de budgetenquête kan het *autobrandstoffenverbruik* in 1987 op 895 liter per auto (voor gemiddeld 13 300 km volgens NIS) geraamd worden tegen 1 160 liter in 1978[5]. Deze niet onbelangrijke daling met 23 % is wellicht te danken aan de toegenomen zuinigheid van wagens in 1988 (-17 % verbruik[5] tegenover 1978) en ook aan de gedaalde kilometerstand per wagen door meer tweede wagens. In die globale ramingen van brandstoffenverbruik voor de personenwagens is ook het brandstoffenverbruik voor motoren inbegrepen.

Uit de gezinsbudgetenquêtes blijkt een snellere daling van het verbruik van *brandstoffen* voor de *verwarming* (tabel 9). In 1991 had 61 % (28 % in 1970) van de woningen centrale verwarming waarvan 4,5 % op elektriciteit (1,5 % in 1970). 35 % van de huishoudens gebruiken aardgas voor het *koken*, 14 % butaan of propaan en de rest gebruikt elektriciteit. Voor de *warm water*produktie wordt door 33 % van de huishoudens aardgas gebruikt, door 30 % elektriciteit, door 20 % stookolie, door 8 % propaan en 9 % heeft geen stromend warm water.

Tabel 9: Evolutie van het verbruik van brandstoffen per huishouden in Vlaanderen.

Hoofdverwarming op	**1978/1979**	**1987/1988**	**%-evolutie**
Stookolie (liter)	3 418	2 127	- 38
Steenkolen (kg)	3 497	2 032	- 42
Butaan en propaan (kg)	2 271	1 133	- 50
Aardgas (GJ)	114	82	- 28

Bron: Gezinsbudgetenquêtes, NIS[1].

Het elektriciteitsverbruik daarentegen nam toe (tabel 10). Deze stijging houdt onder andere verband met de toename van de centrale verwarming op elektriciteit en de hogere penetratie van elektrische apparaten. Naar *gebruik* is er een duidelijke evolutie in functie van de penetratiegraad van elektriciteit voor specifiek gebruik. Zo zou volgens Electrabel in de toekomst elektriciteitverbruik voor het koken, warm water en verwarming toenemen; bovendien zou door de welvaartsverhoging het gebruik voor verlichting nog toenemen. De verwachte toename van electriciteitverbruik voor het toenemend gebruik van huishoudapparaten en hifi-installaties zou grotendeels gecompenseerd worden door het op de markt brengen van steeds energiezuinigere toestellen. Deze laatste factor is trouwens verantwoordelijk voor de slechts matige toename van het elektriciteitsverbruik in verhouding tot de veel grotere aanwending van elektriciteit voor allerlei doeleinden in het huishouden (tabel 11).

Tabel 10: Evolutie van het verbruik van elektriciteit door de Vlaamse bevolking.

	1978/1979	**1987/1988**	**%-evolutie**
Verbruik per huishouden (kWh)	3 000	3 800	+27
Verbruik per inwoner (kWh)	940	1 420	+50

Bron: Berekeningen op basis van gezinsbudgetenquêtes, NIS[1].

Uitgaande van de budgetenquêtes en de prognoses voor het aantal huishoudens en de leeftijdsevolutie van de bevolking kan gesteld worden dat op basis van de huidige verbruiksstructuur het verbruik van elektriciteit en verwarmingsbrandstoffen sneller zal toenemen dan de bevolking (tabel 12). Deze toename kan alleen maar aan de toename van het aantal huishoudens en de verandering in de leeftijdsstructuur te wijten zijn. Vandaar de lagere verwachte toename dan die van Electrabel. Uiteraard kunnen door zuiniger energiegebruik deze toenamen op basis van het demografisch effect verminderd worden. Door de welvaartstoename en de veranderingen in verwarmingsbron kunnen echter wel verschuivingen optreden.

Tabel 11: Prognose van het elektriciteitsverbruik naar functie in Vlaanderen.

	GWh	Aandeel (in %)			GWh	%-evolutie
	1990	1990	2000	2010	2010	1990-2010
Huishoudapparaten + Hifi	4 545	53	40	34	4 590	+1
Koken	1 068	12	15	15	2 019	+89
Verlichting	310	4	3	3	443	+43
Warm water	855	10	12	15	1 984	+131
Verwarming	1 772	21	30	33	4 501	+154
Totaal	*8 550*	*100*	*100*	*100*	*13 537*	*+58*
Totaal per huishouden (kWh)	3 880				5 261	+36

Bron: Vooruitzichten Electrabel op basis van een computermodel. Absolute cijfers teruggebracht naar het verbruik in Vlaanderen door eigen berekening.

Tabel 12: Prognose voor de consumptietoename (in %) door de verandering in bevolkingsaantal, leeftijdsstructuur en samenstelling van het huishouden in Vlaanderen.

	1991-2000	1991-2010
Waterverbruik	+ 8,0	+ 12,5
Elektriciteit	+ 8,0	+ 12,5
Huishoudelijke brandstoffen	+ 10,0	+ 16,0
Bevolkingstoename	+ 3,5	+ 5,5

Bron: Eigen berekening op basis van budgetenquête, NIS[1], en vooruitzichten van aantal huishoudens en leeftijdsstructuur.

2.3 | Water

Uit de gezinsbudgetenquête kan het waterverbruik niet afgeleid worden omdat de tarificatie gehanteerd door de 17 Vlaamse Watermaatschappijen sterk uiteenloopt en niet zuiver steunt op het volumeverbruik. Deze sterke versnippering in de distributie is eveneens verantwoordelijk voor het ontbreken van betrouwbare statistieken omtrent het eigenlijke huishoudelijk waterverbruik in Vlaanderen. De gegevens van 'klein verbruik' bevatten doorgaans ook het verbruik van kleine bedrijven, private en openbare diensten en bovendien verschilt de grens tussen groot en klein verbruik bij de Vlaamse watermaatschappijen. Een studie van 1993 (STEM)[7] geeft een gemiddeld gedistribueerd waterverbruik van 120 tot 125 l/dag/inwoner voor 1991 tegen 95,8 voor 1981. Een juiste bepaling van de gebruikte hoeveelheden door de private huishoudens is vaak niet mogelijk omdat vaak ook het verbuik van kleine KMO's in de cijfers van het 'kleinverbruik' begrepen zijn. Als we uitgaan van de cijfers van zeven watermaatschappijen (waaronder VMW) waarvoor het 'kleinverbruik' eng is omschreven, komen we op een waterverbruik dat 10 % tot 20 % lager ligt ten opzichte van vorige cijfers. De toename die op basis van de verschillende bronnen afgeleid kan worden situeert zich tussen 30 % en 35 % voor de periode 1980-90. Aangezien de graad van comfort nu al hoog is, zal in de volgende tien jaar het waterverbruik minder snel toenemen dan in de voorbije tien jaar. De toename van het aantal huishoudens en de evolutie van de leeftijdsstructuur zullen het waterverbruik echter met 12,5 % doen toenemen tegen het jaar 2010 (tabel 12). Toilet en hygiëne zijn elk zowat voor een derde van het watergebruik verantwoordelijk; de rest gaat naar huishoudelijke taken (wassen, afwassen, enz.) en een kleine hoeveelheid naar de tuin.

De bevolkingsdynamiek, wonen, werken, consumeren, vertalen zich allemaal in een rechtstreekse consumptie van ruimte, energiebronnen en grondstoffen die door de produktie van afval, luchtemissies en waterlozingen (zie IV.1 Bevolking) het milieu verstoren.

Referenties

1 NIS statistieken: volkstellingen, financiële statistieken, gezinsbudgetenquêtes, sociale statistieken, kadastrale gegegens, nationale rekeningen, statistische jaarboeken, demografische statistieken.

2 Leemans S., e.a. *Statistische studies, 89* (1990), 5.

3 Boulanger P. M., De Boosere P., e.a., Gezinsvorming in Vlaanderen voor de komende twintig jaar, Steunpunt demografie, VUB.

4 Consommation d'énergie des ménages, série 4C, Eurostat, 1993.

5 IFBIAC, data digest, 1993.

6 Nationale milieuverkenning 2, 1990-2010, Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiene, Alphen aan den Rijn, 1991.

7 Janssens I., Verbruggen A., Rationeel watergebruik, inschatting van de mogelijkheden in de grote verbruikssectoren in Vlaanderen, mei 1993.

Begeleiders

P. Willems, CBGS

I. Aerts, Dialoog Werkgroep Technologie

II.2A Landbouw

R. Nysten, STABO c.v.

1 | Beschrijving

1.1 | Algemene socio-economische beschrijving

De landbouw is bepalend geweest voor de vorm van het Vlaamse platteland en heeft van oudsher gezorgd voor het beheer van de bodem. Wanneer dit op een duurzame manier gebeurde, bijvoorbeeld door gemengde landbouw- en veeteeltbedrijven, werd de landbouwgrond in een goede toestand aan de volgende generatie doorgegeven. De landbouwsector en de landbouwmethoden zijn tijdens de laatste veertig jaar sterk gemoderniseerd en structureel veranderd. Deze veranderingen werden veroorzaakt door een aantal factoren zoals de toegenomen mechanisering, het toegenomen gebruik van bestrijdingsmiddelen en chemische meststoffen, de rasverbetering bij dieren en planten en de toegenomen internationale handel in levensmiddelen en grondstoffen.

Van de totale Belgische bruto land- en tuinbouwproduktie (248 miljard BF in 1991) werd 183 miljard BF (73,9 %) in Vlaanderen geproduceerd, voornamelijk in de sectoren varkenshouderij, pluimveehouderij en tuinbouw[1]. Op 15 mei 1991 telde Vlaanderen 38 115 beroepsbedrijven in de land- en tuinbouwsector (op een totaal in België van 57 983) waarvan 83 % landbouwbedrijven en 17 % tuinbouwbedrijven (tabel 1) . De gemiddelde bedrijfsoppervlakte in Vlaanderen is veeleer gering: 14,1 ha. In Wallonië bedraagt dit 34,8 ha. De beperktheid van de produktiefactor grond ten opzichte van het vrij grote aantal landbouwers heeft tot een intensief landbouwsysteem geleid. Dit uit zich in grondgebonden activiteiten, zoals tuinbouw en melkveehouderij, die intensiever worden geëxploiteerd in Vlaanderen dan in Wallonië. Ook de niet-grondgebonden veehouderij (varkens en pluimvee) heeft zich in Vlaanderen geconcentreerd.

Tabel 1: Evolutie van de Vlaamse landbouw (1980 - 1991).

		1980	1991
Totaal aantal landbouwbedrijven (beroeps- en gelegenheidslandbouw)		75 898	55 829
Aantal beroepslandbouwbedrijven		51 792	38 115
Oppervlakte (ha) per beroepslandbouwbedrijf		11,2	14,1
Runderen	• aantal dieren	1 586 015	1 717 317
	• aantal bedrijven	48 514	33 873
Varkens	• aantal dieren	4 751 519	6 277 609
	• aantal bedrijven	31 744	14 023
Pluimvee	• aantal dieren	21 263 018	25 689 788
	• aantal bedrijven	16 125	6 662

Bron: NIS, 1981 en 1992[2].

In vergelijking met 1980 is het aantal beroepslandbouwbedrijven in 1991 met 27 % afgenomen en de beteelde oppervlakte met 6 %. Het aantal dieren nam sterk toe - voornamelijk in de sectoren varkens (+ 25 %) en pluimvee (+ 18 %) - terwijl het aantal bedrijven waarop deze dieren worden gehouden, afnam.

Invloed van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid

De Vlaamse landbouw heeft zich in de voorbije 30 jaar voornamelijk ontwikkeld en aangepast onder impuls van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). In het Verdrag van Rome (1957) werd uitgegaan van de volgende te verwezenlijken doelstellingen voor de landbouw: zorgen voor de beschikbaarheid van voedingsmiddelen tegen redelijke prijzen, stabilisatie van de markten en een redelijke levensstandaard voor de landbouwbevolking. De uitgewerkte prijsondersteuningsmechanismen hebben sterk bijgedragen tot de verwezenlijking van deze doelstellingen, maar hadden tevens neveneffecten. Eén van deze effecten was een sterke intensivering van bepaalde sectoren in de landbouw. Dit proces leidde dan weer tot de aantasting van de natuurlijke hulpbronnen, waar de landbouw uiteindelijk zelf afhankelijk van is: bodem, water en lucht. Ook veroorzaakte het GLB produktie-overschotten die zwaar op de begroting van de Europese Unie drukten, zonder dat de inkomenssituatie van de Europese landbouwers verbeterde.

Door de hervorming van het GLB in 1992 werden nieuwe landbouwdoelstellingen vastgelegd: de verbetering van de concurrentiepositie, het behoud van de belangrijke handelspositie van de Europese Unie, het herstel van het marktevenwicht, de beheersing van de uitgaven, een betere verdeling van de steun onder de producenten en de stimulering van een milieuvriendelijker landbouw. Een centraal element bestaat uit een prijsvermindering voor bepaalde produkten in samenhang met het onttrekken van cultuurgrond aan de produktie (braaklegging). De landbouwers krijgen dan een rechtstreekse compensatie voor het inkomensverlies. Ook werden financiële stimuli voorzien opdat landbouwers hun grond milieuvriendelijker beheren. Op die manier worden de landbouwers ingeschakeld als producent en als beschermer van het milieu en landschap. Ook bebossing van landbouwgronden is naar voren geschoven als economisch alternatief.

1.2 | Toekomstscenario's

Trendanalyse van het aantal landbouwbedrijven in Vlaanderen: algemeen en per sector

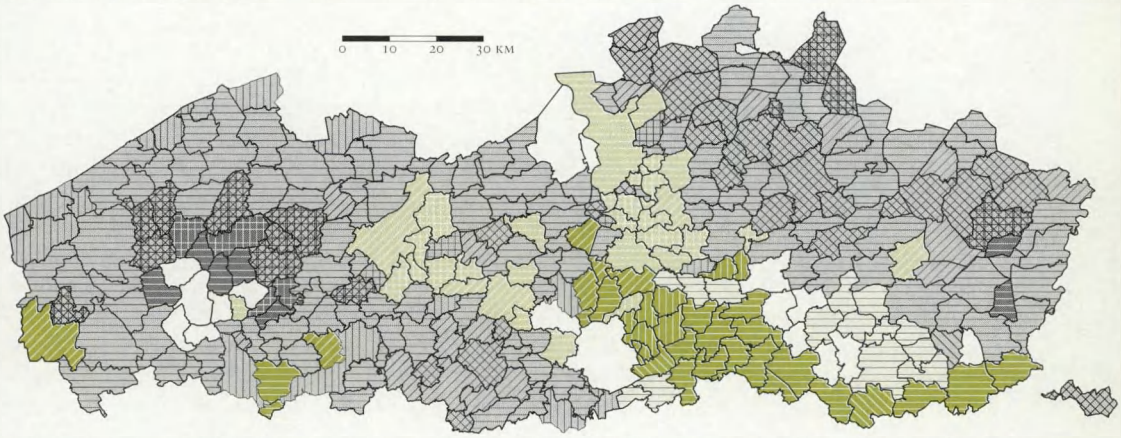
De verdere ontwikkeling van de Vlaamse landbouwsector hangt onder meer samen met de beschikbaarheid van jonge en bekwame landbouwers. In de landbouwsector wordt dan ook veel aandacht besteed aan de opvolgingsproblematiek omdat meer dan 60 % van de landbouwers tegenwoordig ouder zijn dan 50 jaar en geen opvolger binnen het gezin hebben.

Om een zicht te krijgen op de toekomstige ontwikkeling van het aantal, de oppervlakte en de dimensie van de landbouwbedrijven werd door het Landbouw-Economisch Instituut de in de periode 1975-85 waargenomen trend naar de toekomst geprojecteerd.

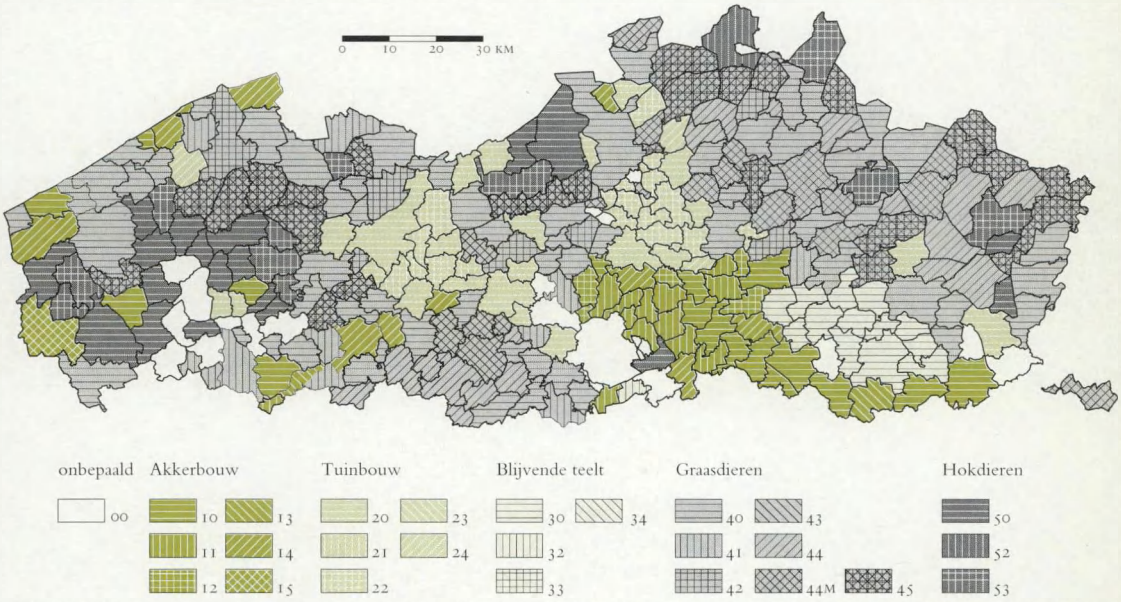
Figuur 1 toont de agrarische bedrijvigheid in 1980, terwijl figuur 2 een prognose geeft van die bedrijvigheid voor het jaar 2000. Elke gemeente wordt getypeerd in hoofd- en nevenactiviteit betreffende de agrarische bedrijvigheid (EU-bedrijfsclassificatie). Een gemeente wordt tot een bepaald type gerekend volgens het aandeel van de verschillende produktierichtingen in het gemeentelijk bruto standaardsaldo (BSS). De hoofdproduktierichting wordt bepaald door een aandeel in het gemeentelijk BSS dat schommelt tussen 1/3 en 2/3. De nevenproduktie heeft een aandeel hoger dan

1/3 in het gemeentelijk BSS, maar kleiner dan dat van de hoofdfunctie. Uitgaande van LEI-statistieken zijn voor de BSS steeds gemiddelden van de periode 1987-1989 genomen. Het type wordt door twee cijfers aangegeven, waarvan het eerste op de hoofd- en het tweede op de nevenproduktierichting in de gemeente duidt.

Figuur 1: Agrarische bedrijvigheid in 1980.



Figuur 2: Prognose van de agrarische bedrijvigheid voor 2000.



Elke gemeente wordt getypeerd door twee cijfers, waarvan het eerste op de hoofd- en het tweede op de nevenproduktierichting duidt. Bron: NIS (1980,1992) en LEI (1980, 1992).

Voor Vlaanderen wordt naar het jaar 2000 toe een afname van het aantal beroeps-landbouwbedrijven tot 31 000 voorspeld, met een afname van het areaal in de periode 1992-2000 met 5 % en een toename van de produktie met 7 %. De oppervlakte per bedrijf zou toenemen tot 16,3 ha. Bij evaluatie van de subsectoren over de periode 1980-2000 is een stijgende tendens in de tuinbouwactiviteit en een daling van het

aantal graasdieren zichtbaar. Ondanks de geschatte produktievermindering voor granen en suikerbieten behoren in 2000 meer gemeenten tot het akkerbouwtype. De oorzaak hiervan dient gezocht in de geschatte stijging van het areaal groenteteelt in afwisseling met akkerbouw dat in dit type vervat zit.

Invloed van externe factoren op de ruimtelijke ontwikkeling van de landbouw in Vlaanderen

De studie 'Landbouw en Ruimte in Vlaanderen' van Viaene et al. (1993)[3] onderzoekt bij een gematigde visie (rekening houdende met een gemiddelde inwerking van de onderscheiden factoren) de invloed van vijf externe factoren op verschillende produktierichtingen. De vijf factoren zijn: het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), de overeenkomsten inzake de Wereldhandel (GATT), milieumaatregelen, verandering in consumptiepatronen en verandering in handelspatronen. De basisgegevens voor de schatting van het economisch belang en de ruimtelijke specialisatie en concentratie van de onderscheiden produktierichtingen zijn afkomstig van het LEI (1991) en van het NIS (1991). Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten. Voor braadkippen, groenten en fruit wordt een produktietoename van respectievelijk 20 %, 10 % en 20 % verwacht. Voornamelijk de toegenomen consumptie ligt hierbij aan de basis. Een stagnatie van de produktie wordt verwacht voor varkens, kalfsvlees, aardappelen en niet-eetbare produkten, voornamelijk tengevolge van de stagnerende bevolkingsgroei. Een daling van de produktie wordt verwacht voor rundsvlees, eieren, melk, graan en suikerbieten, voornamelijk tengevolge van de hervormingen van het GLB en de GATT-overeenkomsten.

Tabel 2: Invloed van externe factoren op verschillende produktierichtingen in de landbouw, in relatieve cijfers voor 2000 t.o.v. 1991.

	GLB	GATT	Milieu	Consument	Handel	Produktie (1991 = 100)
Granen	-	-	0	0	0	92
Suikerbieten	0	-	0	0	0	97
Aardappelen	+	+	0	+	0	100
Groenten	+	0	0	++	+	120
Fruit	+	0	0	++	+	110
Niet-eetbare produkten	+	0	0	+	+	100
Melk	-	-	0	+	0	95
Rundvlees	-	-	0	0	0	85
Kalfsvlees	0	0	-	+	0	100
Varkens	+	+	--	+	0	100
Eieren	+	+	-	0	0	90
Slachtkuikens	+	+	-	++	+	120

+, ++ positieve tot uitgesproken positieve invloed;
-, - - negatieve tot uitgesproken negatieve invloed;
0 geen invloed;
Bron: Viaene et al., 1993[3].

Op basis van de hierboven vermelde gegevens worden de volgende conclusies getrokken over de ruimtelijke aanspraken van de landbouw in het jaar 2000.

- De varkenshouderij zal in de concentratiegebieden gevestigd blijven, maar er zal zich een zekere spreiding en verplaatsing naar de akkerbouwgebieden voltrekken. Ook de tendens naar meer grondgebondenheid resulteert in een vraag naar ruimte.
- De afname van de melkveestapel heeft niet tot gevolg dat er een overschot aan grond komt in deze sector.
- Voor de kalfsvleesproduktie en de pluimveehouderij worden geen verschuivingen in

de concentratiegebieden verwacht.

- In de rundsvleesproduktie dalen de ruimtelijke aanspraken met ongeveer 10 %.
- De concentratiegebieden van de groenteteelt fungeren als stimulans voor andere bedrijven in de randgebieden. Algemeen wordt een toename verwacht van het areaal voor glastuinbouw van ongeveer 10 %.
- Ook de fruitteelt blijkt een goed alternatief voor akkerbouwteelten, wat zich vertaalt in een toename van het areaal met ongeveer 10 %.

Evolutie van het gebruik van externe produktiefactoren in de landbouw

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid in Nederland heeft 4 scenario's ontwikkeld in het kader van de studie 'Ruimte voor Landbouw'[4]. De scenario's werden uitgewerkt op Europees niveau en op een tijdsschaal van ongeveer 10 jaar. Het scenario 'milieuhygiëne' had als voornaamste doel het stikstofverbruik per oppervlakte-eenheid en de inzet van bestrijdingsmiddelen per eenheid produkt te minimaliseren. De minimale uitkomsten van deze studie bedragen 2,1 miljoen ton stikstof en 33 miljoen kg actieve stof (op dit moment 11 miljoen ton en 400 miljoen kg respectievelijk). De randvoorwaarden hierbij waren: een strikte overheidsregulering, een vrije wereldhandel voor landbouwprodukten en een toename van de kosten.

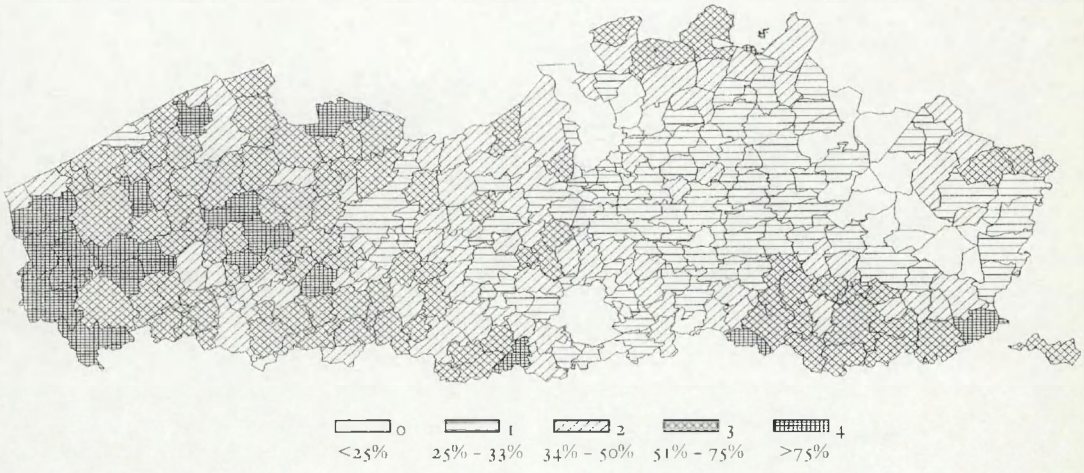
2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

2.1 | Beschrijving

Ruimtegebruik

De cultuuroppervlakte van de land- en tuinbouw is in Vlaanderen in de periode 1981-92 met 4,3 % gedaald (NIS, 1981-92). Figuur 3 geeft het procentueel aandeel van het land- en tuinbouwareaal tot de gemeentelijke oppervlakte in 1992 weer. Het landbouwareaal is ongelijkmatig verdeeld. In het zuiden van de provincie Limburg, het zuiden van de provincie Oost-Vlaanderen en het grootste gedeelte van de provincie West-Vlaanderen neemt de landbouw twee derde tot drie vierde van de gemeentelijke oppervlakte in beslag. In Midden-Limburg en de verstedelijkte gebieden van Vlaanderen (as Antwerpen-Brussel-Gent) ligt het aandeel van de landbouw in de gemeentelijke oppervlakte lager dan 50 %[5].

Figuur 3: Procentueel aandeel van de cultuurgrond tot de gemeentelijke oppervlakte.



Bron: NIS, 1992.

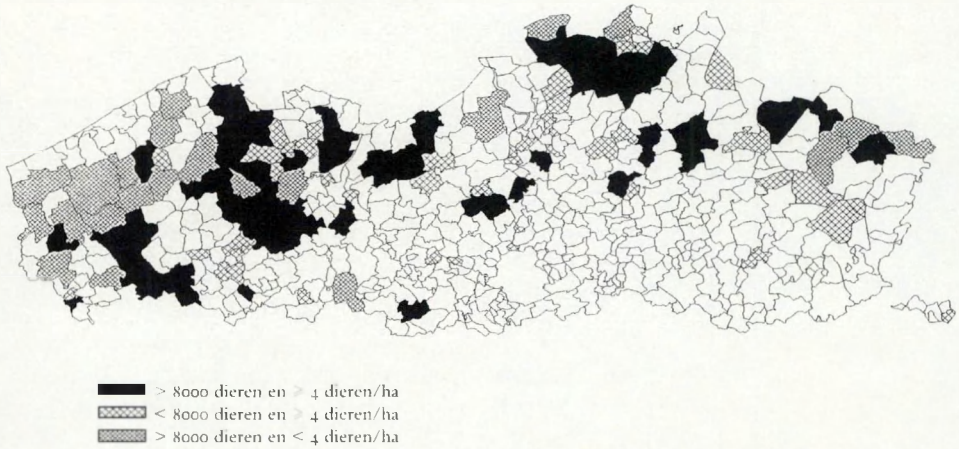
Op basis van het procentueel aandeel van het gemeentelijk areaal dat ingenomen wordt door gewassen hebben we concentratiegebieden bepaald[6]. Voor de veehouderij bepalen het aantal dieren in de gemeente evenals de veebezetting per ha of een gemeente al dan niet tot het betreffende concentratiegebied behoort. Tabel 3 geeft een bondige synthese van de ligging van de concentratiegebieden. De concentratiegebieden voor de grondgebonden en niet-grondgebonden veeteelt worden in figuur 5 en 6 weergegeven.

Tabel 3: Ruimtelijke concentratiegebieden van verschillende produktierichtingen in de landbouw.

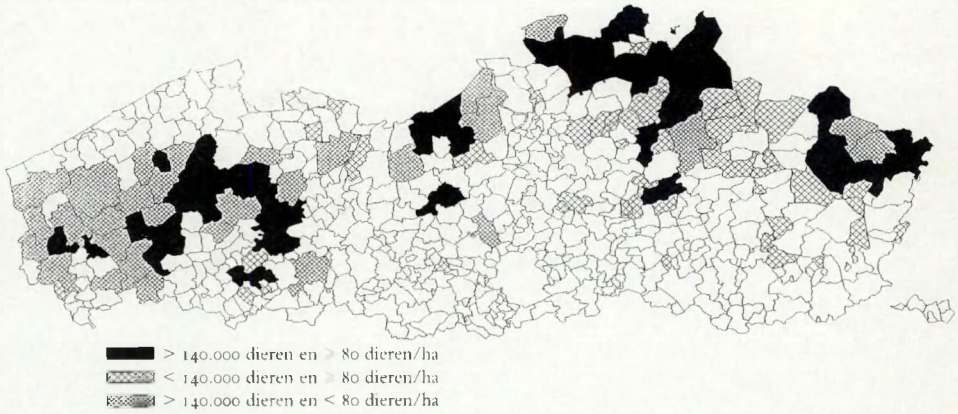
	Definitie van concentratiegebied	Ligging
Akkerbouwteelten	absoluut opp. ≥ 1 200 ha	westen van West-Vlaanderen
	opp. aandeel ≥ 60 %	zuiden van Oost-Vlaanderen
		zuiden van Limburg
		zuidoosten van Vlaams-Brabant
Groenteteelt in volle grond	absoluut opp. ≥ 180 ha	West-Vlaanderen
	opp. aandeel ≥ 10 %	verspreid in Antwerpen
		verspreid in Vlaams-Brabant
		verspreid in Limburg
Glastuinbouw	absoluut opp. ≥ 4 ha	Mechelen
	opp. aandeel ≥ 1 %	Noorderkempen
		West-Vlaanderen
Niet-eetbare tuinbouwprodukten	absoluut opp. ≥ 60 ha	Oost-Vlaanderen
	opp. aandeel ≥ 3 %	
Fruitteelt in laagstamboomgaarden	absoluut opp. ≥ 200 ha	zuidwesten van Limburg
	opp. aandeel ≥ 20 %	oosten van Vlaams-Brabant
Grondgebonden veeteelt	absoluut aantal ≥ 8000 stuks	verspreid in Antwerpen
	veebezetting ≥ 4 stuks/ha	verspreid in Limburg
		verspreid in Oost-Vlaanderen
		verspreid in West-Vlaanderen
Niet-grondgebonden veeteelt	absoluut aantal ≥ 140 000 stuks	West-Vlaanderen
	veebezetting ≥ 80 stuks/ha	noorden van Antwerpen
		noorden van Limburg
		noordoosten van Oost-Vlaanderen

Bron: NIS, 1992.

Figuur 4: Concentratie grondgebonden veeteelt op basis van aantal dieren en veebezetting per ha.



Figuur 5: Concentratie niet-grondgebonden veeteelt op basis van aantal dieren en veebezetting per ha.



Bron: NIS, 1992.

De produktiestructuur van de landbouw vertoont binnen Vlaanderen belangrijke ruimtelijke variaties. De *akkerbouw* concentreert zich vooral in het westen van West-Vlaanderen, het zuiden van Oost-Vlaanderen en Limburg en het zuidoosten van Vlaams-Brabant. Deze lokalisatie is voornamelijk in verband te brengen met de bodemgeschiktheid en de bedrijfsoppervlakte.

De *groenteteelt in volle grond* heeft zich voornamelijk rond Roeselare ontwikkeld, grotendeels ten gevolge van de lokalisatie van een onderzoeksstation dat in het begin van de jaren zestig verantwoordelijk was voor het promoten van de groenteteelt voor de inmaak- en diepvriesindustrie. Een ander centrum is ten noordoosten van Brussel te vinden, de witloofstreek.

De *glastuinbouw* is in de streek rond Sint-Katelijne-Waver geconcentreerd. Ten gevolge van de ontwikkeling van het veilingwezen en de toegenomen transportmogelijkheden ontstonden later nieuwe kernen in West-Vlaanderen en rond Hoogstraten. De groenteteelt vormt immers een welkome aanvulling op kleine en middelgrote bedrijven.

Het zwaartepunt van de produktie van *niet-eetbare tuinbouwprodukten* (kasplanten, snijbloemen, sierstruiken) ligt in de omgeving van Gent. De *fruitteelt* daarentegen is geconcentreerd in de omgeving van Sint-Truiden.

De *grondgebonden veehouderij (melk- en rundvee)*, meestal gaat het om bedrijven die rundveehouderij en akkerbouw combineren, is voornamelijk in West- en Oost-Vlaanderen, Antwerpen en Noord-Limburg gelokaliseerd. Rundveehouderij is hier in vele gevallen een noodzakelijke keuze vanwege de gemiddeld kleine bedrijfsgrootte (Oost-Vlaanderen) en de minder vruchtbare bodems (Kempen).

De *niet-gebonden veehouderij (varkens- en pluimveehouderij)* is voornamelijk mogelijk geworden doordat mengvoederproducenten 'samengestelde voeders' hebben ontwikkeld. Deze veevoederindustrie bevindt zich voornamelijk in de nabijheid van andere voedingsbedrijven waarvan ze de afvalstoffen recupereert of van waterwegen (centraal West-Vlaanderen). Ze heeft samen met de landbouwvoorlichting de niet-grondgebonden dierlijke produktie als intensiveringsmiddel op kleine landbouwbedrijven gestimuleerd. Deze niet-grondgebonden produktietakken vertonen binnen de landbouwsector de meest uitgesproken vorm van integratie. Veel bedrijven gaan contracten aan met veevoederfabrikanten die hiermee hun afzet veilig stellen en als tegenprestatie een deel van het marktrisico op zich nemen. Tegenwoordig gebeurt dit tevens met bedrijven die de commercialisering verzorgen[7].

Water

Het actief watergebruik (water dat bewust uit een bevoorradingssysteem wordt onttrokken voor landbouwdoeleinden) wordt geschat op zowat 50 miljoen m^3 per jaar (op basis van de Landbouw- en Tuinbouwtelling van 15/5/91). Tabel 4 geeft een overzicht van het actief watergebruik door de veeteelt (drinkwater voor de dieren en reinigingswater voor de stallen) en de glastuinbouw (beregening, hydrocultuur) per hydrografisch bekken[8].

Het passief watergebruik (gebruik via natuurlijke weg, bv. door middel van bodem- en gewasverdamping van neerslag en/of grondwater) van het areaal cultuurgrond wordt geraamd op 1 875 miljoen m^3 per jaar (voor een 50 % droogjaar)[8].

Tabel 4: Actief watergebruik (miljoen m^3/jaar) door de sector veeteelt en glastuinbouw per stroomgebied.

Bekken	Actief gebruik veeteelt	Actief gebruik glastuinbouw
Polders/Gentse Kanaalzone	6,79	4,61
Ijzer	4,10	0,74
Leie	3,27	1,80
Dender	0,75	1,04
Boven-Schelde	1,46	2,66
Nete	2,46	4,03
Demer	1,66	0,75
Dijle	0,57	1,53
Beneden-Schelde	1,22	3,86
Maas	4,58	2,13
Totaal	*26,85*	*23,14*

Bron: Hubrechts et al., 1995[8]

Lucht

Fotosynthese is de enige weg waarlangs minerale koolstof uit de atmosfeer kan worden opgenomen in de levenscyclus. Op basis van Nederlandse cijfers is de koolstofopslag voor de voornaamste gewassen en de totale koolstofopslag in Vlaanderen berekend[8]. Hierbij is uitgegaan van een levensduur van de produkten van één jaar, een groeiperiode van zeven maanden voor akkerbouwgewassen en een groeiperiode van één jaar voor grasland. De oppervlakte met gewassen bedraagt ongeveer 80 % van de totale beteelde oppervlakte. De koolstofopslagcapaciteit van akker- en weidebouw bedraagt ongeveer 2,2 miljoen ton koolstof per jaar. Grasland neemt het grootste deel van de opslagcapaciteit voor zijn rekening (49 %), gevolgd door maïs (18 %), wintertarwe (11 %) en suikerbieten (10 %). Deze vastgelegde koolstof komt weer vrij op het moment dat de bouwstoffen waarin de koolstof is opgeslagen, worden afgebroken, bijvoorbeeld bij verbranding (als voeder, brandstof, enz.) of bij bacteriële omzetting (rotting). De glastuinbouw bevindt zich in een positie die afwijkt van die van de akker- en weidebouw: er wordt meer CO_2 geëmitteerd danopgenomen.Voornamelijk de kasverwarming met stookolie is hiervan de oorzaak.

De biologische stikstofbinding vindt plaats zowel door in de bodem vrij-levende organismen als door specifieke bacteriën die samen met bepaalde planten in staat zijn de vrije luchtstikstof (N_2) te binden. De hoeveelheid stikstof die jaarlijks wordt gebonden bedraagt ongeveer 130 kg/ha/jaar voor luzerne en klaver en 150 kg/ha/jaar voor erwten. De totale jaarlijkse stifstofbinding in Vlaanderen wordt geschat op 321 ton/jaar.

Energie

Voor de produktie van landbouwgewassen is heel wat externe energie nodig: brandstoffen, messtoffen, bestrijdingsmiddelen, werktuigen, zaaizaad, enz.. Er zijn voor Vlaanderen geen gegevens beschikbaar over het totale energiegebruik van de landbouwsector. Wel kunnen we van twee belangrijke energieposten (bestrijdingsmiddelen en chemische meststoffen) het gebruik in Vlaanderen weergegeven.

Volgens het CES (KUL) bedraagt het energetisch energiegebruik van de landbouw in 1991 16,6 PJ (2,3 % van het totaal energetisch energiegebruik in Vlaanderen). Op basis van het referentiescenario wordt geschat dat dit energetisch energiegebruik in 2000 en 2010 zal dalen tot respectievelijk 14,2 PJ en 10,9 PJ (zie II.3 Energiesector).

Bestrijdingsmiddelen

Tabel 5 geeft de fytofarmaceutische produkten weer die op de Belgische markt volgens de handelsbalans verhandeld werden, uitgedrukt in ton werkzaam bestanddeel.

Tabel 5: Hoeveelheid bestrijdingsmiddelen (in ton werkzame bestanddelen) verkocht op de Belgische markt in 1980 en 1992.

Aard van het produkt	1980	1992
Fungiciden (tegen zwammen)	1 109	3 292
Herbiciden (tegen onkruiden)	4 591	5 120
Insecticiden, acariciden (tegen mijten), en nematiciden (tegen aaltjes)	1 259	1 263
Uitvloeiers en klevers	28	400
Groeiregulatoren	103	276
Andere	117	75
Totaal	*7 207*	*10 426*

Bron: Ministerie van Landbouw, 1993[1] en Viaene et al., 1993[3].

Chemische meststoffen

De evolutie van het gebruik van kunstmest in Vlaanderen van 1980 tot 1991 is voor stikstof (N), fosfor (P_2O_5) en kalium (K_2O) weergegeven in tabel 6. Tot 1986 stijgt het kunstmeststoffenverbruik voor stikstof, fosfor en kalium. In de periode 1986-91 daalde het verbruik van chemische meststoffen per hectare.

Het energiegebruik bij de produktie van chemische meststoffen bedraagt ongeveer 40 MJ/kg stikstof, 12 - 19 MJ/kg fosfor en 5 MJ/kg kalium.

Tabel 6: Evolutie van het kunstmestverbruik (kg/ha) in Vlaanderen (1980, 1986, 1991).

Kunstmest	1980	1986	1991
Stikstof (kg N/ha)	208	220	183
Fosfor (kg P_2O_5/ha)	59	55	39
Kalium (kg K_2O /ha)	83	90	81

Bron: Boerenbond-boekhouding, 1980-1991; FAO, 1991.

2.2 | Vooruitzichten

Technologische ontwikkelingen

De voornaamste technologische ontwikkelingen binnen de landbouw situeren zich op het vlak van de biotechnologie. De volgende biotechnologische ontwikkelingen in de landbouw worden momenteel onderzocht:

- versnelling van de plantenveredeling;
- nieuwe biologische bestrijdingsmiddelen
- toepassingen in de veevoeding en de mestverwerking.

Ook de produktie van landbouwgewassen voor niet-voedingsdoeleinden (agrificatie) behoort tot de mogelijkheden. Zo worden nieuwe toepassingen onderzocht zoals de produktie van bioplastics uit zetmeel, de produktie van chemicaliën uit plantaardige oliën en de produktie van biobrandstoffen uit koolzaadolie. Tabel 7 specificeert de belangrijkste mogelijkheden voor non-foodtoepassingen van landbouwprodukten. De financiële en de energetische rendabiliteit van deze produkten is echter nog onzeker. De energetische balans voor de produktie van deze biobrandstoffen blijkt positief te zijn voor zover de bijprodukten worden gevaloriseerd, bijvoorbeeld als veevoeder.

Tabel 7: Overzicht van de voornaamste industriële toepassingsmogelijkheden van enkele landbouwprodukten.

Landbouwprodukt	Afgeleid produkt	Industriële toepassing
Granen, aardappelen	• zetmeel (derivaten)	• papierindustrie
		• textielindustrie
		• polymeerindustrie
		• chemie-farmacie
		• bio-ethanol
Suikerbieten	• saccharose	• chemie-farmacie
		• bio-ethanol
Vlas	• natuurlijke vezels	• textielindustrie
Vlas, koolzaad	• olie, vetzuren	• chemie-farmacie
		• verfindustrie
		• plastiekwaren
		• smeerstoffen
Koolzaad	• koolzaadolie	• diester

Bron: LEI, 1993

Nieuwe produktiestructuren

Door de hervormingen van het GLB komen ook nieuwe mogelijkheden voor landbouwbedrijven naar voren. De uitwerking van een bimodaal model waarbij twee verschillende manieren van landbouw worden voorgesteld, kan voor sommige bedrijven een uitweg bieden. Een eerste, efficiënte en hoogproduktieve vorm van bedrijfsvoering waarbij het inkomen volledig van de opbrengst van landbouwprodukten afkomstig is, wordt gesitueerd op gronden die optimaal zijn voor landbouw. Een tweede manier van bedrijfsvoering vindt plaats op gronden die van nature minder geschikt zijn voor landbouw, maar wel een hoge(re) natuurwaarde hebben. Op deze bedrijven kan een additioneel inkomen worden verkregen uit natuurbeheer (beheersvergoedingen), recreatie (hoevetoerisme) of houtproduktie.

Andere alternatieven zijn de biologische landbouw en de geïntegreerde landbouw. In Vlaanderen zijn er op dit moment slechts 140 biologische bedrijven met een gezamenlijk areaal van zowat 1 100 ha. Op korte termijn is een overschakeling naar biologische landbouw echter niet te verwezenlijken vanwege de totale mentaliteitsverandering die hiervoor noodzakelijk is.

De geïntegreerde landbouw, waarnaar Nederland de laatste jaren heel wat onderzoek heeft verricht, bevindt zich tussen traditionele en biologische landbouw. De geïntegreerde landbouw wil rekening houden met een economisch rendabele landbouw waarbij de input van eindige grondstoffen en de milieubelasting beperkt wordt. Op die manier wordt het mogelijk aanzienlijke reducties op het gebruik van landbouwbestrijdingsmiddelen (- 60 %) en van de inzet van meststoffen (- 20 %) te realiseren[9].

Referenties

1 Ministerie van Landbouw, Evolutie van de Land- en Tuinbouweconomie (1992-1993), 31ste verslag voorgelegd aan de Regering, Brussel, 1993.

2 Nationaal Instituut voor de Statistiek, Landbouwstatistieken 1981 en 1992.

3 Viaene J., De Craene A., Devolder V., Landbouw en ruimte in Vlaanderen, Afdeling Agro-Marketing RUG, in opdracht van AMINAL, Bestuur Landinrichting en -beheer, 1993.

4 WRR, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Grond voor keuzen, Sdu Uitgeverij, 's-Gravenhage, 1992.

5 Everaert H., Landbouw en Ruimte, LEI-publikaties nr. 544, Brussel, 1992.

6 Van Orshoven J., Grillet A., Van de Velden M., Feyen J., Naar een structuurschema landbouw voor het Vlaamse Gewest, Instituut voor Land- en Waterbeheer, KUL, 1993.

7 Van Hecke E., *Ruimelijke planning*, 24 (1990).

8 Hubrechts L., Van der Velden M., Feyen J., Raming van het aktief en passief watergebruik in de Land- en Tuinbouwsector per gemeente en per stroomgebied voor het Vlaams Gewest, Interne publikatie nr. 21, in opdracht van AMINAL, Bestuur Landinrichting en -beheer, 1993.

9 Van Onna M.J.G., Mogelijkheden van de landbouw om de uitstoot van CO_2 te verminderen, LEI Mededelingen 442, Den Haag.

10 Riemens A.J., Duurzame akkerbouw van proefbedrijf naar praktijk, Verhandelingen van de Faculteit Landbouw en Toegepaste Biologische Wetenschappen, 33, RUG, 1993.

Begeleider-auteur

D. Van Gijseghem, VLM

Begeleiders

J.-P. De Leener, Vlaams Agrarisch Centrum

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

N. Lust, Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG

II.2B Bosbouw

D. Van Den Meersschaut, N. Lust,
Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG

1 | Beschrijving

1.1 | Algemeen

De bosbouwsector houdt zich bezig met het multifunctioneel beheer en gebruik van het bos. De activiteiten van de bosbouwsector situeren zich op het vlak van beheer, exploitatie, wetenschappelijk onderzoek, voorlichting, educatie en administratie. Betrokken hierbij zijn: het Bosbeheer of de Dienst Waters en Bossen (AMINAL), de openbare en particuliere boseigenaars, de bosexploitanten, het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, de Vlaamse Bosbouwvereniging, de Koninklijke Belgische Bosbouwmaatschappij, Pro Silva, het Educatief Bosbouwcentrum Groenendaal en tal van natuurverenigingen. Het private boomkwekerijwezen en de houtbe- en verwerkende nijverheid behoren niet tot de bosbouwsector.

De bosbouw heeft als doel allerlei veranderlijke menselijke behoeften op het vlak van de houtproduktie, de recreatie, de natuurbeleving, enz. zo goed mogelijk maar vooral op een duurzame manier te bevredigen. Dit betekent dat het bosbestand niet in gevaar mag worden gebracht, dat de standplaatsproduktiviteit niet mag worden bedreigd en dat de natuurlijke evenwichten niet te sterk mogen worden verstoord.

1.2 | Bosareaal in het Vlaamse Gewest[1]

Het huidige bosoppervlak van het Vlaamse Gewest wordt geschat op 8 % tot 10 % (d.i. 108 000 tot 135 000 ha) van de totale oppervlakte. Op Europees niveau staat Vlaanderen hiermee op de voorlaatste plaats, na Ierland. West-Vlaanderen en Oost-Vlaanderen zijn met een bosindex (bosoppervlakte/totale oppervlakte) van respectievelijk 2 % en 5 % de bosarmste provincies. Brabant en Antwerpen volgen met respectievelijk 10 % en 12 %, terwijl Limburg het hoogste scoort met 13 %. In totaal is 20 373 ha bos (d.i. ongeveer 15 % van het bosareaal) opengesteld voor het publiek.

Het Vlaamse bos is naar oppervlakte en naar eigenaar sterk versnipperd. 54 % van het bosareaal bestaat uit bossen kleiner dan 100 ha. Ongeveer 68 % van het bosbezit is privé-eigendom terwijl 15 % eigendom is van het Vlaamse Gewest en/of de Staat en 17 % van andere openbare eigenaars waarvan de gemeenten de belangrijkste zijn. Het privé-bosbezit kenmerkt zich door een groot aantal kleine boseigenaars waardoor de weinig ruimtelijk aaneengesloten boscomplexen nog verder naar eigenaar worden opgesplitst.

De bossen van het Vlaamse Gewest bestaan uit 50 % loofhout, 39 % naaldhout, 6 %

gemengd naaldhout en 5 % gemengd loofhout. De belangrijkste loofboomsoorten voor Vlaanderen zijn de zomereik, de beuk en de populier terwijl de naaldboombestanden vooral uit grove den en Corsicaanse den bestaan. Daarnaast zijn er nog een aantal inheemse soorten zoals de es, de gewone esdoorn, de ruwe berk, de zoete kers, de linde, de zwarte els en de wilg, en exoten zoals de Amerikaanse eik en de lork. Vele exoten, vooral afkomstig uit Noord-Amerika, werden op basis van de resultaten uit verschillende proefpercelen, vanwege hun slechte groei, hun instabiliteit en hun standplaatsongeschiktheid, definitief ongeschikt verklaard voor het Vlaamse bosbedrijf. In de Kempen groeiden exoten, zoals de Amerikaanse vogelkers, als gevolg van hun natuurlijke voortplantings- en verspreidingscapaciteiten uit tot een ware pest. Het gebruik van de grove den en de Amerikaanse eik, die op veel plaatsen een goede standplaatsgeschiktheid vertonen, is echter niet uit te sluiten. Hun aanwezigheid moet echter wel gekoppeld zijn aan minimale regels voor natuurgetrouwe bosbouw. Het aantal geschikte inheemse boomsoorten is beperkt in Vlaanderen. Het Vlaamse bosbeleid bevordert tegenwoordig inheemse soorten, vooral inlandse eiken.

De jaarlijkse houtproduktie bedraagt ongeveer 650 000 m^3. Het jaarlijkse houtverbruik wordt geraamd op 6 350 000 m^3. Dit betekent dat Vlaanderen jaarlijks 90 % van zijn houtverbruik invoert, en dus buitenlandse bosecosystemen belast.

1.3 | Bosfuncties

Het Vlaamse bosbeleid stelt het principe van de multifunctionaliteit voor de bossen voorop. Als de hoofdfuncties van het bos vermeldt het Bosdecreet van 13 juni 1990: de schermfunctie, de ecologische functie, de economische functie, de sociaal-educatieve functie en de wetenschappelijke functie. Deze functies moeten op een zo klein mogelijke ruimtelijke schaal en tijdsschaal vervuld worden.

De keuze voor multifunctionaliteit is hoofdzakelijk toe te schrijven aan het beperkt bosoppervlak in het dichtbevolkte Vlaanderen, waardoor hoge eisen worden gesteld aan het bosbestand.

Schermfunctie

Goed gestructureerde windschermen (houtkanten) beschermen naburige landbouwgebieden wat de produktie van landbouwgewassen ten goede kan komen. De geluidsoverlast door het dichte Vlaamse wegennet kan door brede bosstroken sterk verminderd worden. Tenslotte kunnen bossen of houtkanten de visuele vervuiling van het landschap (allerlei industriële constructies) verbergen. De schermfunctie omvat tevens de regeling van de waterhuishouding, het klimaat en het bodembehoud. Bossen spelen een belangrijke rol bij de kwantitatieve en kwalitatieve bescherming van de watervoorziening voor economisch gebruik. Bossen nemen grote hoeveelheden koolstof op en hebben een grote filterwerking ten opzichte van stofdeeltjes, waardoor de luchtkwaliteit verbetert. In bosecosystemen wordt bodemerosie door water en wind tot een minimum herleid.

Ecologische functie

De ecologische functie wordt vaak beschouwd als een onderdeel van de schermfunctie en heeft volgens het Bosdecreet vooral betrekking op de biotische en abiotische componenten van het bosecosysteem. Bosecosystemen zijn levensgemeenschappen van typische planten en dieren die continu met elkaar en met hun omgeving in wisselwerking staan. De structuur en de omvang van de Vlaamse bossen is door menselijke beïnvloeding zodanig veranderd dat het vervullen van deze ecologische functie vaak bedreigd wordt.

Economische functie

Het Vlaamse bos heeft naast een directe, financieel goed meetbare economische waarde (houtproduktie en de jacht) ook een steeds belangrijker wordende indirecte, maar financieel minder goed meetbare waarde. Deze indirecte waarde heeft betrekking op een aantal factoren zoals recreatie, biodiversiteit, klimaat en waarde voor toekomstige generaties. Het hoofddoel van de Vlaamse privé-eigenaars is echter nog steeds de directe economische waarde van hun bos. In de openbare bossen wordt deze directe waarde langzamerhand in het kader van de multifunctionaliteit geplaatst waardoor de indirecte waarde op hetzelfde of zelfs op een hoger niveau komt te liggen.

Sociaal-educatieve functie

Bosbezoek is in Vlaanderen de belangrijkste vorm van openluchtrecreatie. Sinds 1970 steeg de bosrecreatie door een groeiende belangstelling voor de natuur, de verhoging van de welvaart en het welzijn, de grotere bevolkingsdichtheid, de verstedelijking van het platteland en de verhoogde mobiliteit van de bevolking. Wandelen is bij bosrecreatie de belangrijkste activiteit. Bosgebieden worden vooral gewaardeerd vanwege de rust die de recreanten er aantreffen. Bossen staan bovendien sterk in contrast met de dagelijkse omgeving en worden ook daarom vaak als aantrekkelijk ervaren. Naar alle waarschijnlijkheid zal de behoefte aan bosrecreatie in Vlaanderen blijven stijgen. De negatieve gevolgen van deze stijgende recreatie zullen blijven bestaan of zich eventueel zelfs uitbreiden. Er is immers een tekort aan opengestelde bossen; bovendien zijn deze bossen onevenwichtig verspreid over het Vlaamse Gewest. Het gebruik van het Vlaamse bos voor educatieve doeleinden draagt bij tot het respect voor en de algemene kennis van het bos en de erin aanwezige levensvormen.

Wetenschappelijke functie

Alle Vlaamse bossen kunnen in het wetenschappelijk onderzoek betrokken worden en daardoor een functie vervullen bij de studie van de levensprocessen. De resultaten van deze studie kunnen gebruikt worden voor een duurzaam beheer van het bos.

Het Bosdecreet benadrukt ten behoeve van de wetenschappelijke functie vooral de oprichting van bosreservaten. Deze bosreservaten vormen in de toekomst unieke onderzoeksterreinen voor de bosbouw, de biologie, de bodemkunde en tal van andere wetenschappen.

1.4 | Economische evaluatie van de bosbouwsector

De totale tewerkstelling in de bosbouwsector voor het Vlaamse Gewest wordt geschat op ongeveer 1 000 werknemers.

Over het aandeel van de bosbouwsector in het Bruto Gewestelijk Produkt zijn er geen cijfers bekend. Het aandeel van de nationale bosbouwsector (exclusief houtbe- en verwerkende nijverheid) in het BNP tegen marktprijs bedraagt 0,107 %. Relatief gezien stijgt het aandeel van de bosbouwsector in het totale pakket van de Belgische landbouw, bosbouw en visserijsector[1].

De interne rentevoet voor de Vlaamse bosbouw schommelt tussen 1 % en 5 %. Aangezien de huidige rente in de financiële wereld schommelt tussen 8 % en 10 % is het in Vlaanderen, in vergelijking met andere investeringsmogelijkheden, helemaal niet rendabel om een bosbedrijf op te zetten, behalve misschien op basis van populieren, waarvan de interne rentevoet varieert tussen 5 % en 15 %[2]. De meeste bosbedrijven lijden zelfs verlies. Dit zijn dan ook de voornaamste redenen waarom bosbehoud bij privé-eigenaars niet verzekerd is.

1.5 | Relatie van de bosbouw met andere sectoren en facetten

Bosbouw en natuurbehoud

De doelstellingen van de bosbouw en die van het natuurbehoud komen vaak met elkaar overeen of vullen elkaar aan. Beiden streven bijvoorbeeld het behoud van bossen na. Als de bosbouw gebaseerd wordt op natuurgetrouwe principes, zal de natuurwaarde van het Vlaamse bos toenemen en dus ten goede komen aan het natuurbehoud. Er zijn echter duidelijke tegengestelde belangen, die vooral betrekking hebben op de houtproduktie, de bosexploitatie, de keuze van boomsoorten en de ontwikkeling van het bos. Om de natuurwaarden te optimaliseren en een verdere natuurontwikkeling te begunstigen, moeten deze conflicten vermeden en opgelost worden. Daarom is er dringend behoefte aan een gestructureerd en rationeel overleg om de globale kansen op bosontwikkeling en bosuitbreiding te bevoordelen.

Bosbouw en landbouw

Landbouw en bosbouw nemen in Vlaanderen ongeveer 70 % van de open ruimte in beslag. Het landbouwareaal in België verminderde tijdens de periode 1966-89 met 20 %. Niettegenstaande het verlies aan landbouwgrond zich verderzet, is de afname de laatste jaren verminderd. In de periode 1960-70 bedroeg het afnamepercentage 0,8 % terwijl dit de laatste tien jaar verminderde tot 0,4 %. De voormalige landbouwgronden worden voornamelijk ingenomen door de industrie en de steden.

Om de overproduktie aan landbouwprodukten te beperken en tegemoet te komen aan het algemeen bostekort, heeft de EU een aantal verordeningen uitgevaardigd die de bebossing van uit de produktie genomen gronden moet stimuleren. De aanvankelijk negatieve respons hierop van de nationale en gewestelijke overheden en de landbouworganisaties ontmoedigde deze strategie, waardoor opmerkelijke resultaten uitbleven. De beleidsvisie van de gewestelijke overheid heeft zich echter recentelijk gewijzigd ten voordele van bebossing van deze landbouwgronden. Er zijn dan ook een aantal beleidsprogramma' s en wettelijke herschikkingen voorgesteld.

Bosbouw en ruimtelijke ordening

Op de gewestplannen staan de bossen gerangschikt onder verschillende hoofdbestemmingsgebieden. De meeste bossen kwamen wel in 'landelijk gebied' te liggen, voornamelijk als 'groengebied', doch sommige werden gerangschikt onder 'agrarisch gebied', 'woongebied' en zelfs 'industriegebied'. Hoewel de gewestplannen ongetwijfeld hebben bijgedragen tot het behoud van bos zijn ze niet in staat geweest om alle ontbossingen te stoppen. Vele bossen vielen en vallen nog steeds ten prooi aan landbouw, verkaveling en infrastructuur[4]. In 1992 werd door het waakzaamheidscomité van de Vlaamse Bosbouwvereniging de oppervlakte aan sterk bedreigd bos in het Vlaamse Gewest op 2 000 ha geschat (d.i. ongeveer 1,5 % van het bosareaal)[5].

Bosbouw en jacht

De jacht wordt vanuit het Vlaamse Bosbeheer noodzakelijk geacht om overdreven wildschade te voorkomen. Deze wildschade doet zich zowel in de bestaande oude bestanden voor (veegschade) als in de jonge bestanden (vraat- en schilschade). De meeste schade wordt veroorzaakt door konijnen, hazen en reeën. Een te hoge wildstand is, behalve voor de ree, voornamelijk te wijten aan de afwezigheid of de beperkte aanwezigheid van roofdieren. De jager speelt hierbij een tegenstrijdige rol: als doder van roofdieren enerzijds en als bestrijder van wildschade anderzijds. Vaak worden voor de jacht de populaties van bijvoorbeeld de ree kunstmatig hoog gehouden. Dit kan uiteindelijk de verjonging en dus het bosbehoud in gevaar brengen. De jacht moet zich schikken naar het bos en het bosbeheer en niet andersom.

Door de verhoogde recreatiedruk in de Vlaamse bossen is de jacht in sommige geval-

len om veiligheidsredenen niet meer verantwoord en daarom verboden. Een hoge bosrecreatie kan trouwens tot een automatische afname van de wildstand leiden waardoor de rol van de jacht voor faunabeheer overbodig wordt[6].

1.6 | Afhankelijkheid van de Vlaamse bosbouw van internationale ontwikkelingen

Op wereldschaal

De Vlaamse bossen en de Vlaamse bosbouwsector zijn verbonden met de mondiale bosproblematiek. Op de UNCED-conferentie in Rio de Janeiro (1992) over 'duurzame ontwikkeling' ondertekende België de conventie over 'biodiversiteit' en de conventie over 'klimaatverandering'. In het kader van deze conferentie kan Vlaanderen bijdragen tot het behoud of het vergroten van de biodiversiteit door bosbehoud, bescherming van typische bosgezelschappen en natuurgetrouwe bosbouw. De Vlaamse bossen zijn als koolstofreservoir tevens van belang in de mondiale klimaatproblematiek.

Met een zelfvoorzieningsgraad van ongeveer 10 % is Vlaanderen genoodzaakt om hout in te voeren uit Scandinavië, het GOS tropische landen, de Verenigde Staten en Canada. Vlaanderen draagt daardoor bij tot de belasting van buitenlandse bosecosystemen. In landen als Canada en de VS werd respectievelijk 70 % tot 95 % van de oorspronkelijke onaangetaste oerwouden ('old growth forests') reeds één of meermalig geëxploiteerd. Sinds de jaren '90 komt, onder invloed van milieu-activisten, vanuit de Noord-Amerikaanse gemeenschap algemeen verzet tegen de verdere exploitatie van de nog resterende waardevolle oerwouden. Ontbossing of onttrekking van Vlaamse bossen aan de houtproduktie leidt tot een grotere belasting van bosecosystemen elders. De houtproduktie in Vlaanderen mag daarom niet zomaar verwaarloosd worden. Bosuitbreiding kan de zelfvoorzieningsgraad doen stijgen en daardoor de druk op buitenlandse bossen reduceren. In de studie Lange Termijnplanning Bosbouw wordt berekend dat bij de vooropgestelde bosuitbreiding in 2110 de zelfvoorzieningsgraad kan stijgen tot 30 %.

Op Europese schaal

De Ministerconferentie van Helsinki in 1993 formuleerde vier resoluties die ook door België werden onderschreven. Deze resoluties handelen over:

- algemene richtlijnen voor het duurzaam beheer van de Europese bossen;
- algemene richtlijnen voor het behoud van de biodiversiteit van de Europese bossen;
- samenwerking in verband met bosbouw met landen met een overgangseconomie;
- strategieën voor een proces van aanpassing aan klimaatveranderingen van de Europese bossen.

Hiermee toonde Vlaanderen zich bereidwillig om de internationale samenwerking inzake bosbeleid te verbeteren en te bevorderen, om zo tevens de biodiversiteit van de bossen te herstellen, te bewaren of te vergroten[7].

De EU-verordening nr. 2080/92 van 30 juni 1992 bevat een communautaire steunregeling voor bosbouwmaatregelen in de landbouw. De Europese Commissie wil zo het alternatief gebruik van landbouwgrond door middel van bebossing, en de ontwikkeling van de bosbouw in landbouwbedrijfsverband stimuleren. De lidstaten zijn hierbij verplicht meerjarenprogramma's op te stellen die onder andere, een financiële ondersteuning bevatten voor de kosten van bebossing en onderhoud, en ook een schadevergoeding voor het eventuele inkomensverlies. Een dergelijk meerjarenplan werd voor het Vlaamse Gewest in augustus van 1993 reeds ter goedkeuring ingediend. De toekomst zal uitwijzen wat de impact hiervan zal zijn aangezien nog tal van wettelijke obstakels aanwezig zijn zoals:

- het Veldwetboek dat bepaalt dat bosaanleg in agrarische gebieden goedgekeurd moet worden door de gemeentelijke overheid;
- het Ministerieel Besluit van 23 juli 1990 dat slechts drie boomsoorten toelaat;
- de pachtwet die stelt dat bebossing slechts mogelijk is na overeenkomst van eigenaar en pachter;
- het Bosdecreet dat bebossingen in het kader van deze EU-verordening niet onderwerpt aan het Bosdecreet.

In 1989 werd de Europese beweging Pro Silva opgericht met de bedoeling om een bosbouw op ecologische basis na streven. In 1991 gaf dit aanleiding tot de oprichting van Pro Silva Vlaanderen. Het doel van deze Vlaamse vertakking is de promotie en de ontwikkeling van een bosbeheer dat aandacht heeft voor alle componenten van het bosecosysteem, en dat leidt tot stabiele en gezonde bossen met een duurzame ecologische en economische waarde.

1.7 | Technologische ontwikkelingen

In Vlaanderen is de mechanisatiegraad (= gemechaniseerde arbeid/totale arbeid) in de bosbouw, vooral vanwege van economische en structurele beperkingen, zeer gering. De toekomstige evolutie is moeilijk te voorspellen. De stimulering van natuurgetrouwe bosbouw en de omvorming van de Kempische dennenbestanden tot structureel gevarieerde gemengde bossen sluit een verregaande mechanisatie uit, terwijl bosgroepering van privé-bossen ten behoeve van een gemeenschappelijk bosbeheer de uitbouw van de mechanisatie stimuleert.

Het voormalig Instituut voor Populierenteelt (thans: Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer) in Geraardsbergen heeft met de 'Unal'-klonen van populier wereldfaam verworven. Sommige van deze klonen zijn vooral bekend vanwege hun spectaculaire groei en hun ziekteresistentie[8]. De laatste tien jaar werd het onderzoek uitgebreid tot andere boomsoorten zoals de zomereik, de wilg, de zoete kers en de zwarte els. In de toekomst zullen nog meer soorten bij de selectie en de veredeling betrokken worden. Het onderzoek spitst zich voornamelijk toe op ziekteresistentie, stamvorm, groei, houtkwaliteit en het veilig stellen van goede vertegenwoordigers van de inheemse boomsoorten, door het aanleggen van een uitgebreide en genetisch rijke basiscollectie.

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

2.1 | Beschrijving

Primaire produktiefactoren

De oppervlakte van het Vlaamse Gewest wordt voor ± 60 % ingenomen door de landbouwsector. De bosbouwsector komt met een bosindex van 8 à 10 % op de tweede plaats. Ondanks de geringe bijdrage tot het Bruto Gewestelijk Produkt is de bosbouwsector in Vlaanderen op het gebied van bodemgebruik niet te verwaarlozen. Het Vlaamse bosareaal werd in het verleden overwegend verschoven naar marginale zandgronden die nauwelijks betekenis hadden voor de landbouw. Zo ligt bijna de helft van het Vlaamse bos op de weinig vruchtbare Kempische zandgronden. Door bebossing ontstond een humuslaag die de water- en mineralenhuishouding verbeterde. Slechts een beperkt aantal grote boscomplexen zoals het Zoniënwoud, het Meerdaalwoud en het Hallerbos bevinden zich op vruchtbare leemgronden.

De produktie van hout volgt uit de wisselwerking tussen nutriënten, water, CO_2 en zonneënergie.

De nutriëntenrijkdom van een bodem is in eerste instantie afhankelijk van het moedergesteente, het klimaat, de invloed van mens en dier, en de vegetatie. De van nature reeds arme Kempische bodems werden bijvoorbeeld door ontbossing, beweiding, strooiselroof, enz. eeuwenlang gedegradeerd. Samen met de daaraan gekoppelde slechte waterhuishouding zal de kwaliteit van deze bodems steeds de beperkende factor blijven voor de Kempische bosbouw. Tussen bosbodem en bosvegetatie bestaat een intense en complexe wisselwerking. Uitspoeling van nutriënten wordt ten dele door bomen gecompenseerd, doordat zij de eigenschap bezitten om diepere bodemlagen te ontsluiten en de aanwezige minerale reserves daar aan te spreken. Wanneer de houtexploitatie beperkt blijft tot de afvoer van ontschorste stammen verdwijnt slechts 10 à 20 % van het mineralengehalte van de totale levende boombiomassa uit het ecosysteem. Verwering van het moedergesteente, gestimuleerd door de wortelactiviteit van de bossen, en aanvoer van mineralen door neerslag zorgen voor nieuwe voedingselementen in de mineralencyclus die een eventuele houtoogst compenseren.

In de bosbouw wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de natuurlijke watertoevoer via neerslag en waterlopen.

Koolstof is het belangrijkste bestanddeel van hout en wordt integraal door de bomen opgenomen in de vorm van CO_2 uit de atmosfeer.

De energie die nodig is voor de fotosynthese wordt uitsluitend onttrokken aan direct zonlicht en diffuus licht. De fotosynthetische efficiëntie (d.i. hoeveelheid licht door de plant gebruikt voor de produktie van droge stof/totale hoeveelheid licht door de plant opgevangen) bedraagt slechts 2,5 %, voor een vegetatieperiode van 200 dagen (zoals in Vlaanderen). Hierbij wordt uitsluitend de fotosynthetisch actieve straling (golflengte tussen 0,38µ en 0,78µ) beschouwd.

Secundaire produktiefactoren

Bemesting wordt in het Vlaamse bosbedrijf zelden toegepast, behalve dan bij populierenaanplantingen als startbemesting of bij bekalkingsproeven.

Het gebruik van biociden in de bosbouw is minimaal en blijft meestal beperkt tot een eenmalig gebruik bij de verjonging en dit over een bedrijfstijd van meer dan 100 jaar. Biociden worden gebruikt ter bestrijding van de Amerikaanse vogelkers in naaldboombossen, ter bestrijding van hinderende vegetatie bij herbebossing en ter bestrijding van bepaalde insekten.

De wegeninfrastructuur is vooral in de meer uitgestrekte Vlaamse bossen zowel kwantitatief als kwalitatief goed uitgebouwd. De meeste bosbestanden zijn daardoor gemakkelijk bereikbaar en de uitsleepafstanden eerder beperkt.

2.2 | Vooruitzichten

Tabel 1 geeft de bosuitbreiding weer volgens de studie Lange Termijnplanning Bosbouw (1993)[9].

Tabel 1: De vooropgestelde bosoppervlakte (in ha) volgens de studie Lange Termijnplanning tot in 2050.

	2000	2010	2050
Loofbos	38 000	56 500	130 500
Naaldbos	50 000	46 500	32 800
Populierenbos	20 000	23 000	35 300
Gemengd bos	3 000	15 000	62 400
Totaal	111 000	141 000	261 000

Bron: Lange Termijnplanning Bosbouw, 1993[9].

De bosoppervlakte zou volgens deze planning vanaf het jaar 2000 jaarlijks met 3 000 ha moeten stijgen tot de bosindex uiteindelijk 20 % is in 2050. De bossamenstelling zal zich wijzigen in het voordeel van de loof- en mengbossen en van de populierenbossen. De naaldboombestanden worden systematisch afgebouwd tot op een bepaald niveau. De huidige chemische en biologische bodemdegradatie van het Vlaamse bos kan in de toekomst misschien grootschalige bekalkingen noodzakelijk maken. Eens een succesvolle integrale bestrijding van de Amerikaanse vogelkers uitgevoerd is, zal het gebruik van biociden in de Kempische bossen nog verminderen. Kwalitatieve structuurverbeteringen in de resterende naaldboombestanden zullen automatisch leiden tot vermindering van het gevaar voor pestorganismen en dus tot een afbouw van chemische bestrijdingsmiddelen.

Referenties

1 Lange Termijnplanning Bosbouw, Boekdeel 2: Bijlage: Ondersteunend Onderzoek, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Bestuur Natuurbehoud en -ontwikkeling (AMINAL), 1993.

2 Mees G., *Groene Band*, 71 en 72 (1988).

3 NIS, Ministerie van Economische Zaken, Brussel, 1990.

4 Lust N., Bospolitiek deel IV, De wettelijke bescherming van het bos. Universiteit Gent, Gontrode, 1990.

5 Overzicht Dossiers Waakzaamheidscomité 1988-1992, Grauwe Band (1992).

6 Vanhaeren R., *De Boskrant*, 2 (1989), 13.

7 Buysse W., *De Boskrant*, 5 (1993), 20.

8 Lust N., De populier en de populierenteelt. Universiteit Gent, Gontrode, 1991.

9 Lange Termijnplanning Bosbouw, Boekdeel 1, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Bestuur Natuurbehoud en -ontwikkeling (AMINAL), 1993.

Begeleiders

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

D. Van Gijseghem, VLM

J. Van Slycken, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, AMINAL

II.3 Energiesector

C. Cuijpers, S. Proost, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Beschrijving

De energiesector omvat alle energiegebruik en energietransformatie binnen het Vlaamse Gewest.

1.1 | Rol en geschiedenis van het energiegebruik

In de huidige Westerse samenleving wordt energie intensief gebruikt. Dit is het resultaat van een exponentiële stijging van het gebruik sinds de industriële revolutie. De eerste mensen waren aangewezen op hun eigen werkkracht, op houtenergie en op hernieuwbare energie voor verwarming en kookbehoeften. In die periode werd reeds met veel vindingrijkheid passieve zonne-energie en windenergie (zeilschepen) gebruikt. De agrarische maatschappij kon haar produktie en haar comfort sterk verhogen door het gebruik van dierlijke energie. Pas bij de overgang naar een industriële maatschappij wordt er intensief gebruik gemaakt van energetische voorraden. Het energiegebruik verhoogt dan met een factor 3 tot 4 en situeert zich hoofdzakelijk in de industriële produktiesector: mechanische arbeid (via stoommachines en later elektrische motoren) en proceswarmte nodig voor de transformatie van materialen. In de huidige post-industriële maatschappij ligt het energiegebruik tot een factor 20 hoger dan bij de eerste mens en is vooral het energiegebruik voor huishoudelijk comfort (verwarming, verlichting) en voor transportdoeleinden nog sterk toegenomen. De beschikking over goedkope energievoorraden en de geschikte technologie heeft in grote mate mede de vorm bepaald van onze samenleving: spreiding en specialisatie van produktie- en consumptie-activiteiten, massale verwerking van grondstoffen en een wooncultuur die gebaseerd is op een grote toevoer van verwarmings- en verlichtingsenergie. Het Vlaamse energiegebruik past volledig in dit beeld van de post-industriële maatschappij.

1.2 | Vlaamse energieverkenning 1990

Met behulp van de energiebalans voor het Vlaamse Gewest in 1990 zullen we de vraag naar en het aanbod van energie in Vlaanderen bespreken. De structuur van de energiebalans staat toe de hele energiesector te beschrijven. In een energiebalans wordt op een coherente manier een inventaris gegeven van de energiestromen in de energieketen (winning/invoer, conversie, transformatie en eindgebruik van energie). Er moet een evenwicht bestaan tussen de beschikbare energie in Vlaanderen en de eindenergievraag plus de verliezen van de energietransformatie. *De energiesector* bevat dus:

- de energiestromen in de energietransformatie en -conversie (petroleumraffinage,

elektriciteitsproduktie, gasindustrie);

- het eindenergiegebruik in de industrie: het energiegebruik in alle industriële sectoren met uitzondering van het gebruik voor transportdoeleinden. Het omvat tevens het gebruik van energieprodukten als grondstof (niet-energetische energievraag) en het gebruik van brandstoffen voor de zelfproduktie van elektriciteit;
- het eindenergiegebruik in de huishoudelijke sector: het energiegebruik in alle particuliere woningen;
- het eindenergiegebruik in de dienstensector (zowel privé als openbaar);
- het eindenergiegebruik in de landbouw;
- het eindenergiegebruik in de transportsector: het betreft gebruikcijfers van alle transportmiddelen (inclusief luchtvaart) en zowel voor vervoer voor beroeps- als voor privédoeleinden, met uitzondering van de brandstofleveringen aan de internationale scheepvaart.

De energiebalans voor Vlaanderen in het jaar 1990 werd opgebouwd door een vergelijking van de bestaande energiebalansen in België (nl. de energiebalans voor het federale niveau, voor Wallonië en voor het Hoofdstedelijk Gewest Brussel)[1]. Tot hiertoe is dit de enige methode om een volledige en coherente inventaris op te stellen van de Vlaamse energiemarkt. De schaarse energiegegevens over de Vlaamse energiesector laten voorlopig niet toe de energiebalans van 1990 te actualiseren. Figuur 1 geeft de energiestromen in de Vlaamse energiesector in het jaar 1990 weer (d.i. een synthetische weergave van de energiebalans).

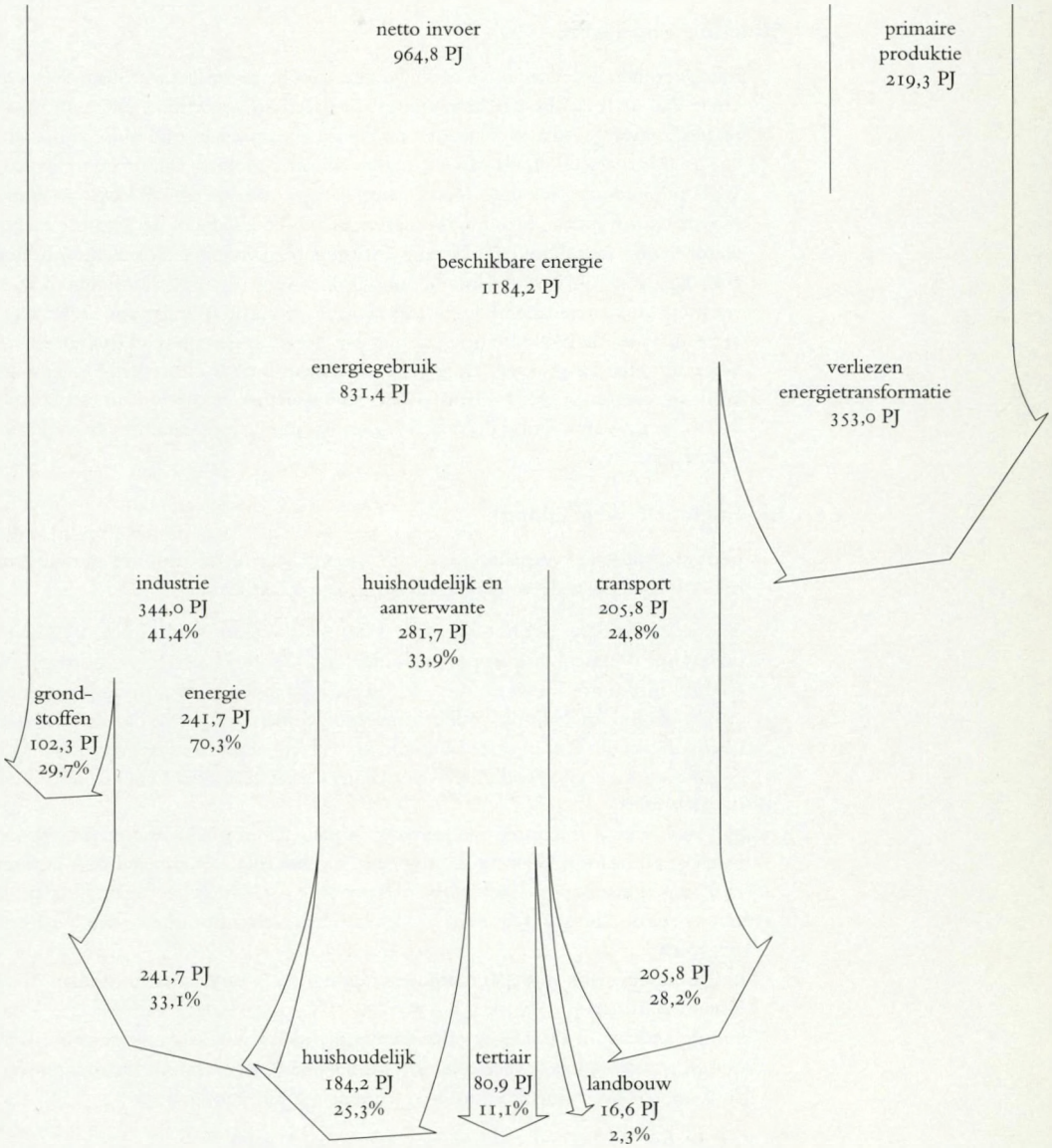
Energietransformatie is in Vlaanderen een belangrijke activiteit. In totaal wordt 1 620,8 PJ gebruikt voor energietransformatie en dit resulteert in de produktie van secundaire energiedragers met een energiewaarde gelijk aan 1 360,8 PJ. Een belangrijk deel van deze afgewerkte olieprodukten is bestemd voor uitvoer (ook naar de andere gewesten). De beschikbare energie voor gebruik in Vlaanderen in 1990 bedraagt 1 184,2 PJ waarvan 18,5 % bestaat uit primaire produktie in Vlaanderen. Bij de energietransformatie treden er verliezen op gelijk aan 353,0 PJ. Een gedeelte van deze transformatieverliezen bestaat uit het eigen energiegebruik van de transformatiesector, namelijk 84,7 PJ en verliezen bij de distributie van elektriciteit gelijk aan 8,3 PJ. Het resterend gedeelte van het primair energieaanbod en de netto beschikbare transformatie-output is bestemd voor het finaal energiegebruik. *In 1990 bedraagt het eindenergiegebruik in Vlaanderen 831,4 PJ* waarvan 102,3 PJ voor niet-energetische toepassingen (waarvan bijna 84 % in de chemie).

De verkenning van de energietoestand in het Vlaamse Gewest wordt verfijnd bij een stapsgewijze analyse van de energieketen. Vlaanderen is volledig afhankelijk van het buitenland voor zijn voorziening van niet-vernieuwbare energie. In 1990 bedraagt de netto invoer van energie 964,8 PJ waarvan 61,3 % bestaat uit olieprodukten (de netto invoer van ruwe aardolie bedraagt 1 129,6 PJ en de netto uitvoer van afgewerkte produkten bedraagt 434,6 PJ). Steenkool neemt 19,3 % van de netto invoer voor haar rekening en aardgas 17,4 %. De eigen winning van steenkool bedraagt 2,4 PJ in 1990. In 1992 sloten de Kempische Steenkoolmijnen. De invoer van uranium voor nucleaire elektriciteitsproduktie wordt volgens de EUROSTAT-methode als een primaire produktie opgetekend en komt overeen met 212,1 PJ (rekening houdend met een rendement van 34,3 % voor nucleaire centrales). De bijdrage van vernieuwbare energie is beperkt tot enkele windmolens die elektriciteit leveren. De rol van passieve zonne-energie is hier niet bij gerekend.

De energietransformatie en -conversie is een belangrijke activiteit in Vlaanderen, te meer door de ligging van grote petroleumraffinaderijen in het havengebied van Antwerpen. De primaire distillatiecapiciteit van de Antwerpse raffinaderijen bedraagt 1 472,2 PJ in 1990 en is geconcentreerd in de Fina-raffinaderij (een aandeel van 43 %) en de Esso-raffinaderij (een aandeel van 34 %)[2]. In 1990 werd in Vlaanderen

1 129,6 PJ ruwe aardolie geraffineerd. De belangrijkste afgewerkte produkten zijn gasolie (38,1 % van de raffinage), benzine (20,4 %) en zware stookolie (19,8 %). De cokesovens gebruiken 63,2 PJ steenkool voor de produktie van cokes (43,0 PJ) en cokesovengas (12,2 PJ). De inzet van energiebronnen voor elektriciteitsproduktie wordt in 2.1 behandeld.

Figuur 1: Stroomdiagram van het energiegebruik (in PJ) in Vlaanderen in het jaar 1990.



Bron: CES[1].

In de verdere tekst wordt met eindenergiegebruik alleen energetisch eindenergiegebruik bedoeld, tenzij uitdrukkelijk anders vermeld.

Figuur 1 geeft ook een sectoriële doorsnede van het eindenergiegebruik in Vlaanderen weer. De energie-intensieve sectoren: staal en chemie vertegenwoordigen 63,8 % van het industrieel energiegebruik. Het gebruik van energiedragers varieert sterk tussen de industrietakken, bijvoorbeeld cokes worden praktisch uitsluitend in de staalindustrie benut.

1.3 | Situering Vlaanderen 1990

Een regionale doorsnede van de Belgische energiesector laat toe Vlaanderen te situeren. Van de totaal beschikbare energie in België in 1990 (nl. 2 013,2 PJ) is 58,8 % bestemd voor gebruik in Vlaanderen. Tussen de gewesten onderling zijn er belangrijke structuurverschillen en varieert tevens de samenstelling van de energievraag. In Wallonië bedraagt het aandeel nucleaire energie voor de opwekking van elektriciteit 75,6 % terwijl dit aandeel in Vlaanderen 50,1 % bedraagt. In de Vlaamse elektriciteitssector neemt steenkool 67,1 % van de fossiele brandstoffen voor elektriciteitsgeneratie voor haar rekening; in Wallonië bedraagt dit aandeel 53,3 %. De Belgische netto uitvoer van elektriciteit bedroeg 13,4 PJ in 1990 en komt volledig voor rekening van de netto uitvoer uit Wallonië (nl. 34,2 PJ). De netto invoer van elektriciteit in Vlaanderen bedraagt 6,3 PJ en de netto invoer in het Hoofdstedelijk Gewest Brussel komt overeen met 14,5 PJ. Brussel voert bijna al zijn elektriciteit in. Vanaf 1993 kwam hierin verandering door de in gebruikname van de elektriciteitscentrale van Drogenbos.

1.4 | Internationale vergelijking

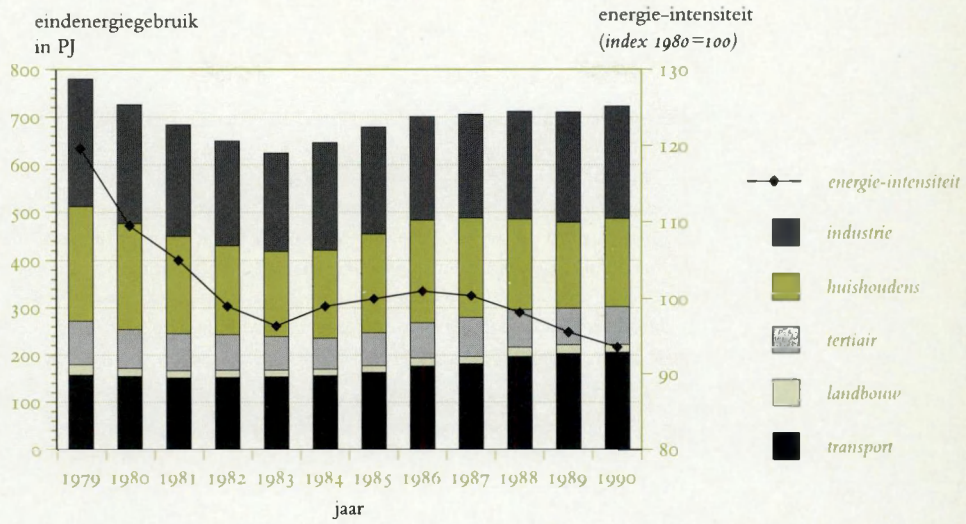
Een internationale vergelijking van het energiegebruik per hoofd van de bevolking in het jaar 1990 geeft de volgende situering voor Vlaanderen:

- de energiebehoefte per hoofd van de Vlaamse bevolking bedraagt 206,3 GJ en ligt boven het Belgisch en Europees gemiddelde[3]. De sterke vertegenwoordiging van de energie-intensieve industrie kan een verklaring bieden voor dit hoger energiegebruik.
- vooral het energiegebruik voor transportdoeleinden ligt per hoofd van de Vlaamse bevolking hoger dan in onze buurlanden. Terwijl een Vlaming gemiddeld 35,9 GJ energie voor vervoer nodig heeft per jaar, volstaat gemiddeld 29,0 GJ voor een Nederlander[3].
- in Vlaanderen is nucleaire energie belangrijker dan in Nederland en de rest van Europa. Het aandeel van nucleaire energie in het totale energiegebruik per hoofd is 18,3 % in Vlaanderen, 1,3 % in Nederland en 14,1 % in geheel Europa. Het aandeel van steenkool ligt rond de 20,1 % in Vlaanderen en schommelt rond het Europees gemiddelde[3].
- het energiegebruik in de Verenigde Staten ligt 56 % hoger per hoofd dan in Vlaanderen[4].
- kenmerkend voor de meeste ontwikkelingslanden is het laag energiegebruik per hoofd. In China bijvoorbeeld ligt dit aandeel 88 % lager dan in Vlaanderen en wordt voor 78,8 % door steenkool in de energiebehoeften voorzien[5].

1.5 | Trends in het sectorieel eindenergiegebruik 1979-90

Figuur 2 geeft de trends van het eindenergiegebruik volgens economische sector in Vlaanderen weer[6]. Als algemene indicator van de energieafhankelijkheid van de Vlaamse economie wordt de evolutie van *de energie-intensiteit* gegeven. Deze intensiteit wordt gemeten door de verhouding tussen het eindenergiegebruik en het bruto binnenlands produkt (BBP) gemeten bij constante prijzen.

Figuur 2: Evolutie van het eindenergiegebruik (in PJ) per sector in Vlaanderen in de periode 1979-90.



Bron: CES[7].

Het industrieel energiegebruik is sterk gedaald met 4,1 % per jaar van 1979 tot 1982. Van 1983 tot 1986 is de daling in het energiegebruik nog maar 0,2 % per jaar. Sinds 1987 worden de groeivoeten weer positief (+ 2 % per jaar), voornamelijk door de hogere activiteitsniveaus in bijna alle sectoren. In de industrie hangt de evolutie van het energiegebruik nauw samen met de activiteitsevolutie in een beperkt aantal energie-intensieve sectoren: de staalindustrie en de chemie. Naast de groei en de structuur van de industriële produktie is de daling van de energie-intensiteit een belangrijke factor bij de verklaring van de evolutie van het industrieel energiegebruik. In de periode 1979-90 daalde het gemiddeld energiegebruik per eenheid produktie met 25 %.

Het totaal energiegebruik van *de huishoudelijke en aanverwante sector* wordt, gezien zijn relatief belang, vooral door de residentiële sector bepaald. De drie beschouwde subsectoren (nl. huishoudelijk, tertiair en landbouw) tonen een verschillend gedrag qua investeringen, energiegebruik en brandstofsubstitutie. Wat ze wel gemeen hebben is dat ze energie hoofdzakelijk gebruiken voor verwarmingsdoeleinden. Het gebruik is dus erg temperatuurgevoelig. Het bijzonder zachte weer in de drie opeenvolgende jaren 1988, 1989 en 1990 heeft een sterke invloed gehad op het energiegebruik. Het energiegebruik in deze sector heeft sterk gereageerd op de tweede olieprijsschok. Het dalend energiegebruik kende een dieptepunt in 1983 maar de volgende jaren noteren we een belangrijke inhaalbeweging door de lage stookolie- en aardgasprijzen.

Het energiegebruik in *de transportsector* wordt algemeen beschouwd als de verbruikspost met het grootste groeipotentieel. Van 1973 tot 1979 is het energiegebruik er sterk blijven groeien (3 tot 5 % per jaar) en het is slechts na 1979 dat het gebruik er tijdelijk stabiliseert om opnieuw sterk te groeien na 1985. Vanaf 1989 stabiliseert het globaal brandstofverbruik. Deze grote groei van het gebruik verbergt nochtans sterke efficiëntieverbeteringen in bepaalde transportgebruiken (zie II.8 Verkeer en vervoer).

De sterke daling van de *energie-intensiteit* sinds 1979 (gemiddeld 5 % per jaar) slaat in 1983 om in een tijdelijke groei van gemiddeld 2 % per jaar door de sterke stijging van

het energiegebruik na 1983 en de matige groei van het BBP. Alhoewel de energie-efficiëntie vanaf 1986 gestadig toeneemt, is het energiegebruik blijven toenemen met een korte vertraging in 1989. Het gemiddeld jaarlijks groeiritme van het bruto binnenlands produkt (nl. 3,2 %) ligt hoger dan dat van de energie-efficiëntie (nl. 2,2 %).

1.6 | Referentiescenario sectorieel eindenergiegebruik 1990-2010

Scenario's en toekomstprognoses

Aan *prognoses* is een heel grote onzekerheidsmarge verbonden. Op een termijn van 10 jaar kan deze tot 20 % of meer oplopen. Dit heeft zowel te maken met de evolutie van de niet-gecontroleerde exogene factoren (internationale olieprijzen, economische conjunctuur) als met de beperkte voorspelbaarheid van het overheidsbeleid (wisselende meerderheden in een parlementaire democratie) en met de gebrekkige kennis van de gedragseigenschappen van het economisch systeem dat men bestudeert.

Het energie- en milieubeleid kan nochtans niet zonder een aantal inzichten in de toekomstige evoluties omdat het deze evolutie wil bijsturen. Het gebruik van *scenario's* kan hier uitkomst bieden. Een scenario is een toekomstbeeld op basis van een zo volledig mogelijke lijst van *hypotheses* omtrent drie factoren: de toekomstige evolutie van de exogenen (internationale conjunctuur en energieprijzen), het toekomstige gevoerde energie- en milieubeleid en tenslotte de gedragsreacties van het energie- en milieusysteem op de twee vorige factoren (bv. technische vooruitgang en reactie op veranderde energieprijzen). Een scenario heeft het grote voordeel dat het toekomstbeeld eenduidig terug te brengen is naar de keuze van hypothesen voor deze drie elementen. Dit betekent dat men op een wetenschappelijk verantwoorde wijze effecten van andere evoluties van de exogenen of van een alternatief energie- en milieubeleid kan inschatten. Een scenario is niet noodzakelijk een goed toekomstbeeld omdat het de verkeerde hypotheses omtrent exogene factoren kan bevatten (andere internationale energieprijzen of een ander beleid dan voorzien) en omdat het ook een vertekend beeld van het gedrag van het economisch systeem kan bevatten.

Basishypothesen voor het referentiescenario

In het referentiescenario wordt hoofdzakelijk verondersteld dat de trends zich verder zetten. Meer bepaald wordt aangenomen dat de internationale energieprijzen in de periode 1990-2010 stijgen tot 35 $ (koopkracht 1990) per vat. De internationale conjunctuur en het economische beleid geven aanleiding tot een continue groei van de economische activiteit (tabel 1). Deze waarden liggen hoger dan de waarden opgetekend voor 1992 en 1993 maar liggen lager dan de waarden geobserveerd over langere periode's in het verleden.

Tabel 1: Economische activiteitsindicatoren voor Vlaanderen in het referentiescenario (jaarlijkse groeivoeten in %).

Economische activiteitsindicator	1990-2000	2000-2010
Macro-economische verwachtingen		
• private consumptie	2,2	2,1
• investeringen	2,3	2,9
• BBP	2,3	2,4
Sectoriële produktie		
• ijzer en staal	2,0	1,4
• chemie	3,3	2,7
• bouwmaterialen	2,4	0,8
• totale industrie	2,8	2,9
• industrie en diensten (excl. energie)	2,5	2,6

Bron: CES[8].

Er wordt geen enkel nieuw initiatief voorzien voor het energie- en milieubeleid. Voor de elektriciteitsproduktie zijn de cruciale veronderstellingen onder meer dat Vlaanderen in zijn eigen elektriciteitsbehoeften voorziet, dat de nucleaire capaciteit niet uitgebreid mag worden en dat de toekomstige capaciteitsbehoeften in de periode 1990-2000 hoofdzakelijk door nieuwe aardgascentrales worden gedekt en in de periode 2000-2010 ook door nieuwe steenkoolcentrales.

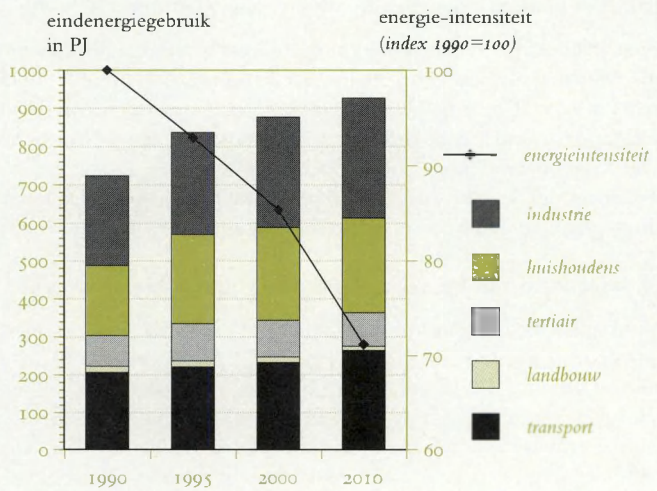
Er zijn twee belangrijke beperkingen in de gebruikte scenariotechniek. Ten eerste zijn de scenario-opbouw en de berekeningen gebaseerd op economische ontwikkelingen en gedragsassumpties die opgaan voor België en die dan naar Vlaanderen overgeplant worden. Dit houdt in dat elke individuele gebruikssector in Vlaanderen zich qua economische dynamiek en energiegebruik op dezelfde wijze zou gedragen als het Belgische gemiddelde. Deze assumptie is nodig omdat er in Vlaanderen weinig informatie beschikbaar is over de toekomstige sectoriële activiteitsvooruitzichten en het energiegebruiksgedrag. De scenario's houden ook geen rekening met specifiek Vlaamse elementen zoals de regelgeving op mazouttanks en VLAREM II voor kleine stookinstallaties.

Ten tweede wordt in de scenario's uitgegaan van het gebruik van de huidige technologieën die marginaal verbeterd worden. Deze procedure is vooral verantwoord op een termijn tot 10 à 20 jaar. Voor de langere termijn (meer dan 15 jaar) zijn andere scenariotechnieken die expliciet de technologische mogelijkheden beschrijven nuttig[9].

Vooruitzichten sectorieel eindenergiegebruik 1990-2010 volgens referentiescenario

Belangrijke trends in de energiemarkt in Vlaanderen worden duidelijk bij een analyse van het eindenergiegebruik per gebruikssector (figuur 3). Het eindenergiegebruik in Vlaanderen neemt met 27,9 % toe van 729,1 PJ in 1990 tot 932,3 PJ in 2010 (d.i. een groei van 1,2 % per jaar). De relatief lage energieprijzen en de macro-economische groei zijn de belangrijkste determinanten voor de groeiende energievraag. Dit neemt niet weg dat de energie-efficiëntie continu verbetert. De economie wordt minder afhankelijk van energie: de energie-intensiteit neemt af met 29 % in de periode 1990-2010.

Figuur 3: Vooruitzichten van het eindenergiegebruik (in PJ) per sector in Vlaanderen in de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.



Bron: CES[8].

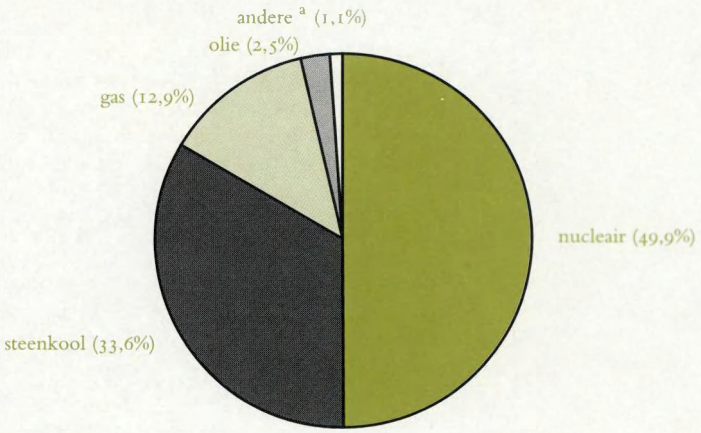
2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

Eerst zullen we het huidige en verwachte gebruik van de diverse energiebronnen bespreken. Vervolgens gaan we in op de mogelijke uitputting van deze hulpbronnen. Tenslotte behandelen we in het kort het ruimtegebruik door de energiesector.

2.1 | Elektriciteitsproduktie

De elektriciteitsproduktie in Vlaanderen bedraagt 145,7 PJ waarvan 50,1 % wordt geproduceerd met nucleaire energie en 49,9 % met fossiele brandstoffen (figuur 4). Het bruto rendement van een centrale op zware stookolie bedraagt 40,0 %, van een klassieke centrale op steenkool 38,8 %, een centrale op aardgas 38,0 % en een nucleaire krachtcentrale 34,3 %.

Figuur 4: Doorsnede van het energiegebruik in de elektriciteitscentrales in Vlaanderen in het jaar 1990.



[a] *andere: andere energiebronnen o.a. huisvuil en geothermische energie.*

Bron: CES[1].

2.2 | Trends in het eindenergiegebruik volgens energiedrager 1979-90

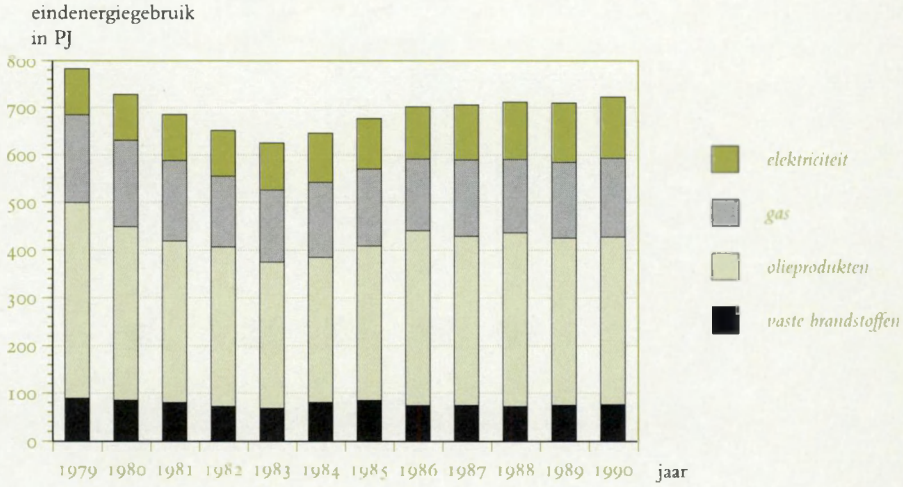
Het aandeel van de verschillende energiedragers heeft over de beschouwde periode sterk gefluctueerd zonder daarom globaal genomen in 1990 sterk te verschillen van de situatie in 1979 (figuur 5). Elektriciteit wint geleidelijk terrein op de Vlaamse energiemarkt. Het aandeel van elektriciteit stijgt van 11 % in 1979 tot 18 % in 1990. Het aandeel van olieprodukten bedraagt ongeveer 50 %, van aardgas ongeveer 21 % en het aandeel van de vaste brandstoffen ongeveer 11 % in 1990. Dit neemt niet weg dat er belangrijke en duurzame brandstofsubstituties hebben plaatsgevonden.

2.3 | Referentiescenario van het energiegebruik volgens energiedrager 1990-2010

Bij een onveranderd beleid neemt de primaire energievraag in Vlaanderen toe met 34,6 % in de periode 1990-2010 (een gemiddelde groei van 1,5 % per jaar) (tabel 2). Onveranderd beleid houdt onder meer in dat Vlaanderen zelf voorziet in zijn elektriciteitsbehoeften en dat de nucleaire capaciteit niet mag uitbreiden. De samenstelling van de energievraag in het jaar 2010 verschilt nauwelijks van de situatie in 1990. Dit neemt niet weg dat er belangrijke brandstofsubstituties zijn ingebouwd die duidelijk zullen worden bij een analyse van de vraagzijde. Aardgas wint geleidelijk terrein op de Vlaamse energiemarkt. Dit houdt natuurlijk verband met het nucleair moratorium

gekoppeld aan de verbeterde technologie van aardgascentrales waardoor de inzet van aardgas voor elektriciteitsproduktie sterk toeneemt. Het aandeel van aardgas voor de produktie van elektriciteit in klassieke centrales neemt toe van 18,9 % in 1990 tot 33,7 % in het jaar 2010.

Figuur 5: Evolutie van het eindenergiegebruik (in PJ) per energiedrager in Vlaanderen in de periode 1979-90.



Bron: CES[7].

Tabel 2: Vooruitzichten van het primair energiegebruik (in PJ) in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.

Energiedrager	**1990**	**1995**	**2000**	**2010**
Vaste brandstoffen	236,6	271,9	252,9	340,7
Olieprodukten	525,6	640,5	663,8	702,5
Aardgas	199,4	277,4	306,3	336,7
Nucleaire warmte	212,1	207,3	221,1	207,1
Primaire elektriciteit[a]	6,3	6,8	7,6	3,1
Andere energiebronnen[b]	4,1	4,1	4,1	4,1
Totaal	*1184,2*	*1408,0*	*1455,9*	*1594,3*
Index	100,0	118,9	122,9	134,6

[a] *netto invoer van elektriciteit, hydro-elektrische energie, zonne- en windenergie.*

[b] *huisvuil, geothermische energie.*

Bron: CES[1].

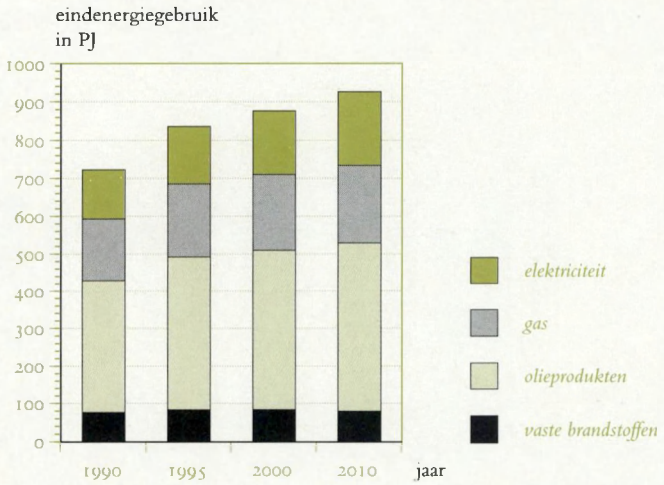
Figuur 6 geeft de vooruitzichten van het eindenergiegebruik per energiedrager voor de periode 1990-2010. Het totale eindenergiegebruik stijgt met 28,1 %. Vooral elektriciteitsgebruik stijgt sterk met 47,6 %. Het gebruik van olieprodukten stijgt met 27,6 %, van gas met 24,8 % en van vaste brandstoffen slechts met 4,2 %.

Industrie

Voor de vooruitzichten van het industrieel energiegebruik in Vlaanderen voor de periode 1990-2000 geven we een doorsnede van de samenstelling van de energie-

vraag volgens energiedrager (tabel 3).

Figuur 6: Vooruitzichten van het eindenergiegebruik (in PJ) per energiedrager in Vaalnderen in de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.



Bron: CES[8].

Tabel 3: Vooruitzichten van het eindenergiegebruik (in PJ) in de industrie en aandelen van de energiedragers (in %) in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.

Energiedrager	1990	1995	2000	2010
Vaste brandstoffen	25,9	24,4	23,6	21,8
Olieprodukten	8,9	10,0	10,0	9,7
Gas	32,5	32,7	32,5	30,9
Elektriciteit[a]	32,7	33,0	34,0	37,7
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0
Totaal (in PJ)	*241,7*	*272,5*	*293,8*	*317,7*
%-toename t.o.v. 1990		12,7	21,6	31,4

[a] *bevat tevens warmte.*

Bron: CES[8].

Het industrieel eindenergiegebruik in Vlaanderen neemt toe met 31,4 % in de periode 1990-2010. Vooral de sector van de bouwmaterialen kent een sterke groei, namelijk 2,8 % per jaar. Andere energie-intensieve sectoren kennen een lagere groeivoet per jaar van de energievraag: 0,3 % in de staalindustrie en 1,7 % in de chemie. De aandelen van de verschillende energiedragers veranderen nauwelijks indien de relatieve energieprijzen ongewijzigd blijven en er geen specifiek energiebeleid wordt gevoerd. Deze evolutie van het energiegebruik kan worden verklaard door:

- de groei van de industriële produktie met 2,8 % per jaar;
- een relatief lage groei van de energie-intensieve sectoren;
- een daling van het specifiek energiegebruik met 1 % per jaar, vooral na 2000. Dit is het gevolg van een autonome efficiëntieverbetering en de evolutie van de energieprijzen in vergelijking met de prijzen van andere produktiefactoren. De elektriciteitsintensiteit is stabieler omdat de technologische vooruitgang het gebruik van elektrici-

teit aanmoedigt; en omdat de evolutie van de elektriciteitsprijzen ten opzichte van de sterker stijgende arbeidskosten automatisering stimuleert.

Huishoudens, tertiaire sector en landbouw

Voor de prognose van het huishoudelijk en aanverwant energiegebruik wordt een doorsnede gegeven van de samenstelling van de energievraag volgens energiedrager (tabel 4). *Het huishoudelijk energiegebruik* bestaat voor 37,4 % uit stookolie, 31,5 % uit aardgas, 18,2 % uit elektriciteit en 7,5 % uit steenkool. Ongeveer 75 % van de huishoudelijke energievraag is bestemd voor woningverwarming[7]. In *de tertiaire sector* wordt de eindenergievraag voor 38,9 % voldaan door stookolie, 35,1 % komt voor rekening van aardgas en 26 % wordt voldaan door elektriciteit. Het gebruik van vaste brandstoffen in de tertiaire sector is te verwaarlozen. Het energiegebruik in *de landbouwsector* neemt 2,3 % van het eindenergiegebruik in Vlaanderen voor zijn rekening en is vooral bestemd voor de glastuinbouw. Gasolie is de belangrijkste energievorm in het huishoudelijk en aanverwant energiegebruik.

Tabel 4: Vooruitzichten van het eindenergiegebruik (in PJ) in de huishoudelijke en aanverwante sector en aandelen (in %) van de energiedragers in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.

Energiedrager	1990	1995	2000	2010
Steenkool	5,0	4,8	4,1	3,1
Olieprodukten	44,9	46,6	46,6	44,7
Aardgas	30,7	30,0	29,5	30,7
Elektriciteit[a]	19,5	18,6	19,8	21,5
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0
Totaal (in PJ)	*281,6*	*349,7*	*357,0*	*350,5*
%-toename t.o.v. 1990		24,2	26,8	24,5

[a] *bevat tevens stadsverwarming.*

Bron: CES[8].

Het huishoudelijk en equivalent energiegebruik in Vlaanderen groeit met 24,5 % in de periode 1990-2010. Deze groei komt bijna volledig voor rekening van de huishoudelijke sector, namelijk een jaarlijkse groei van 1,5 % per jaar (35,9 % in de periode 1990-2010). Deze evolutie van de eindenergievraag kan verklaard worden door:

- de groei van de private consumptie 2,2 % per jaar tot 2000 (24,4 % in de periode 1990-2010) en 2,06 % per jaar daarna (22,6 % in de periode 2000-2010). Een toename van het woningenpark met gemiddeld 0,42 % per jaar (8,7 % in de periode 1990-2010);
- de activiteitsgroei in de tertiaire sector met 2,45 % per jaar tot 2000 (27,4 % in de periode 1990-2000). Na 2000 neemt de activiteitsgroei af tot 1,2 % per jaar (12,7 % in de periode 2000-2010). De activiteit in de landbouw stagneert;
- een toename van de efficiëntie van verwarmingsinstallaties en andere gebruiken.

Om comfortredenen zal steenkool geleidelijk uit de energievraag verdwijnen.

Verkeer en vervoer

Het totaal energiegebruik in de transportsector in Vlaanderen neemt toe met 28,4 % in de periode 1990-2010 (tabel 5). Het energiegebruik blijft geconcentreerd in het wegtransport. Het aandeel van het wegtransport in het totaal energiegebruik in de transportsector neemt toe van 77,9 % in 1990 tot 79,6 % in het jaar 2010.

Tabel 5: Vooruitzichten van het eindenergiegebruik (in PJ) in de transportsector en van de aandelen (in %) van de energiedragers in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 volgens referentiescenario.

Energiedrager	1990	1995	2000	2010
Diesel	46,9	49,8	50,9	54,7
Benzine	33,1	30,4	29,5	26,6
LPG	0,7	0,6	0,6	0,5
Vliegtuigbenzine	18,4	18,3	18,2	17,4
Elektriciteit	0,9	0,9	0,9	0,9
Totaal	100,0	100,0	100,0	100,0
Totaal (in PJ)	*205,8*	*220,7*	*232,4*	*264,2*
%-toename t.o.v. 1990		7,2	12,9	28,4

Bron: CES[8].

Deze evolutie van de eindenergievraag in de transportsector kan verklaard worden door:

- de groei van de private consumptie met 52,5 % en de groei van het bruto binnenlands produkt met 59,8 % in de periode 1990-2010;
- de groei van het wagenpark met 1,7 % per jaar (39,6 % in de periode 1990-2010) en de groei van het aantal autokilometers met 0,4 % per jaar (8,1 % in de periode 1990-2010). Er is een globale toename van de personenmobiliteit;
- aanzienlijke toename van de energie-efficiëntie van de motoren;
- de groei van de energievraag in het goederenvervoer is lager door een tendens van het produceren van goederen met een lager volume maar met een hogere waarde.

2.4 | Uitputting van energievoorraden

Het huidige wereldenergiegebruik is voor ongeveer 80 % gebaseerd op het gebruik van fossiele brandstoffen (olie, steenkool en aardgas), voor ongeveer 15 % op zonne-energie (voornamelijk waterkracht en hout) en voor 5 % op kernenergie.

Energiereserves kunnen op twee manieren gedefinieerd worden: economisch en geologisch. Wij gebruiken hier de *bewezen economische reserve* die de hoeveelheid grondstoffen weergeeft die gelokaliseerd (door proefboringen) is en die economisch winbaar is tegen de huidige prijzen. Deze hoeveelheid neemt toe wanneer de verwachte prijs stijgt of de kosten van ontginning dalen. De economische reserves vormen een variabel deel van de geologische reserves die de hoeveelheid grondstof omvatten die zich in de aardkorst bevindt met een bepaalde graad van concentratie. Dit is de reden waarom voor de energiegrondstoffen in figuur 7, ondanks de ontginning, de bewezen economische reserves de laatste jaren nog gestegen zijn. In 1979 waren de oliereserves beperkt tot 27 jaar verbruik, in 1992 waren de oliereserves goed voor 43 jaar verbruik.

2.5 | Waterverbruik

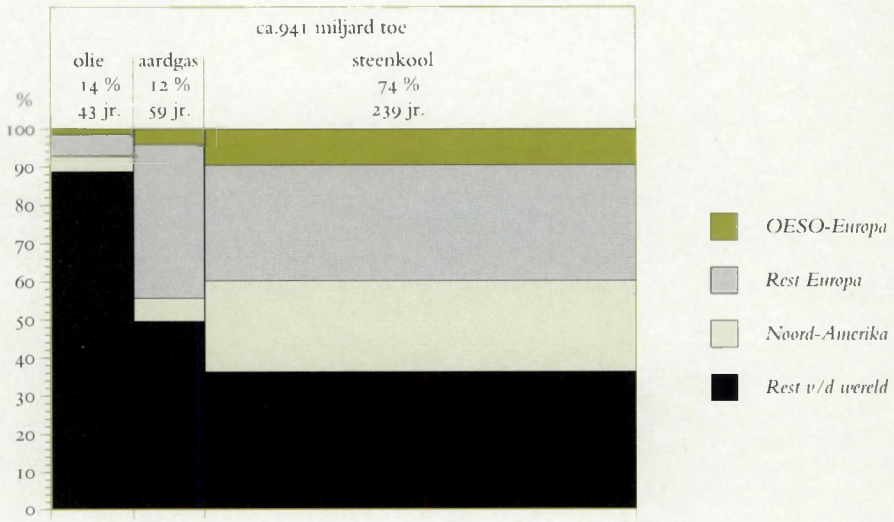
Oppervlaktewater wordt gebruikt als koelmiddel in elektriciteitscentrales. De overstap naar grotere eenheden heeft het gebruik van koeltorens noodzakelijk gemaakt zodat het gebruik van oppervlaktewater en de thermische belasting die daarmee samenhangt sterk is verminderd. Voor het ogenblik gebruikt de elektriciteitsector 3,434 miljard m^3 koelwater per jaar wat een thermische belasting geeft van 34 TWh (bron: Electrabel).

2.6 | Ruimtegebruik

Vooral bepaalde types van elektriciteitsproduktie vergen grote oppervlaktes. Deze

oppervlaktes zijn nodig voor de opslag van brandstof (steenkoolcentrales), voor het voorzien van veiligheidszones (nucleaire centrales) of voor de produktie-eenheden zelf in het geval van weinig geconcentreerde produktiewijzen zoals windenergie of fotovoltaïsche energie. Het wordt steeds moeilijker terreinen te vinden voor elektriciteitscentrales, in het bijzonder voor steenkool- en nucleaire centrales en voor de opslag van nucleaire afval. Dit is de reden waarom er een steeds grotere interesse bestaat voor de renovatie en hergebruik of meer intensief gebruik van bestaande terreinen.

Figuur 7: Bewezen economische energiereserves (in milljoen ton olie equivalent).



Bron: BP statistical Review of World Energy, 1992[10].

Referenties

1 Cuijpers C., *Energie en Milieu*, 4 (1993), 145.

2 Belgische Petroleum Federatie, Jaarverslag 1990, Belgische Petroleumfederatie, Brussel, 1991.

3 IEA-OECD, Energy balances of OECD countries 1990-1991, IEA-OECD, Paris, 1993.

4 IEA-OECD, Energy statistics and balances of non-OECD countries 1990-1991, IEA-OECD, Paris, 1993.

5 We baseren ons hier op Belgische cijfers.

6 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., De evolutie van het Belgisch eindenergiegebruik 1979-1991. Opvolging met behulp van een systeem van indicatoren, CES-KUL, Leuven, 1992.

7 Eurostat, Energie, Jaarlijkse statistieken 1990, EG, Brussel-Luxemburg, 1992.

8 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., Energie en Milieu in het federaal België. Historiek en toekomstverkenning, CES-KUL, Leuven, 1994.

9 De Ruyck J., Pottie K., Reynders E., Technologische mogelijkheden ter voldoening van de Belgische elektriciteitsbehoeften op langere termijn, eindverslag studie voor het Ministerie van Economische Zaken, september 1990.
Van Rensbergen J., Van Regemorter D., Debruyn W., Wouters W., Proost S., CO_2-emission strategies in Belgium - an analysis with the MARKAL model, CES-VITO report presented at the symposium on CO_2-reduction strategies, Leuven, 1993.

10 Gedetailleerde data omtrent energiereserves, - produktie en -gebruik kunnen teruggevonden worden in de jaarlijkse BP Statistical Review of World Energy, de aangeduide cijfers komen uit de publicatie van juni 1992.

De Batselier N., Naar een Duurzaam Energiebeleid in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1991.

Begeleiders

J. Kretzschmar, VITO

J. De Ruyck, VUB

W. De Groote, STEM V.Z.W.

J. Mulkens, BPI

R. Aertsens, SIREV

L. Van Nuffel, Electrabel-Vlaanderen

II.4 Chemische nijverheid

B. Steyaert, J. Gauderis, DRI Europe

1 | Beschrijving

1.1 | Omlijning van de sector

De chemische nijverheid produceert een wijde waaier van produkten. Deze produkten worden verbruikt als intermediair produkt door de chemische nijverheid zelf, door andere bedrijfstakken of als eindprodukt door de consument. Het gemeenschappelijke in de talrijke verschillende produktieprocessen van de chemische nijverheid is het gebruik van scheikundige reacties. De chemische nijverheid bestaat uit twee grote onderdelen : de basischemie en de parachemie, die zich onderscheiden door de aard van de eindprodukten en de produktieprocessen. De basischemie (NACE 251, 252 en 253), bestaat uit organische en anorganische basischemie, en uit de produktie van enkelvoudige kunstmeststoffen. De parachemie omvat de deelsectoren verf, vernis, inkt (NACE 255), industriële en agrarische chemicaliën (NACE 256), farmaceutische produkten (NACE 257), zeep, detergenten, parfums en cosmetica (NACE 258), en andere huishoudprodukten (NACE 259).

De basischemie verwerkt grondstoffen (aardoliederivaten, aardgas en mineralen) tot eenvoudige chemische produkten die als intermediair produkt in andere takken van de chemie of in andere nijverheidstakken gebruikt worden. De *organische basischemie* verwerkt aardoliederivaten en aardgas tot organische chemicaliën zoals etheen, propeen en benzeen (*petrochemie*) voor de produktie van plastic, kleurstoffen, detergenten en vele andere intermediaire chemische stoffen. De *anorganische basischemie* verwerkt fosfaaterts, zwavel, natriumchloride en andere mineralen tot minerale zuren, basen en zouten voor de produktie van kunstmeststoffen, pigmenten en vele andere chemische stoffen. De basischemie kenmerkt zich door gestandaardiseerde produkten, een hoog produktievolume (honderdduizenden tonnen per jaar), een hoge kapitaalintensiteit, een lage produktprijs (ten hoogste enkele honderden BF per kg) en een lage toegevoegde waarde per eenheid produkt.

De parachemie combineert basischemicaliën tot afgewerkte chemische produkten voor andere bedrijfstakken of voor de consument. De sector omvat de verf-, lak-, vernis- en drukinktindustrie, de industriële en agrarische chemicaliënindustrie, de geneesmiddelenindustrie, de zeep-, detergenten-, parfum- en cosmetica-industrie, en de overige chemische produktenindustrie. De parachemie wordt gekenmerkt door een grote verscheidenheid aan produkten, lagere produktievolumes, een lagere kapitaalintensiteit, hogere produktprijzen en een hogere toegevoegde waarde dan de basischemie.

Op nationaal vlak groepeert de Federatie der Chemische Nijverheid van België (FCN) de chemische en de plastic- en rubberverwerkende industrie. Deze federatie telt ongeveer 700 leden. SIREV is de afdeling van de FCN voor het Vlaamse Gewest.

1.2 | Omvang van de sector

Vlaanderen vertegenwoordigt ongeveer 70 % van de tewerkstelling en 80 % van de produktiewaarde van de Belgische chemische nijverheid. In 1992 beloopt de omzet van de Vlaamse chemische nijverheid 561 miljard BF en de uitvoer 433 miljard BF. De tewerkstelling in 1991 bedraagt 51 435 personen. Ten opzichte van de gehele verwerkende nijverheid behaalt de chemie zo aandelen van respectievelijk 16,8% in de omzet, 20,5% in de uitvoer en 10,0% in de tewerkstelling.

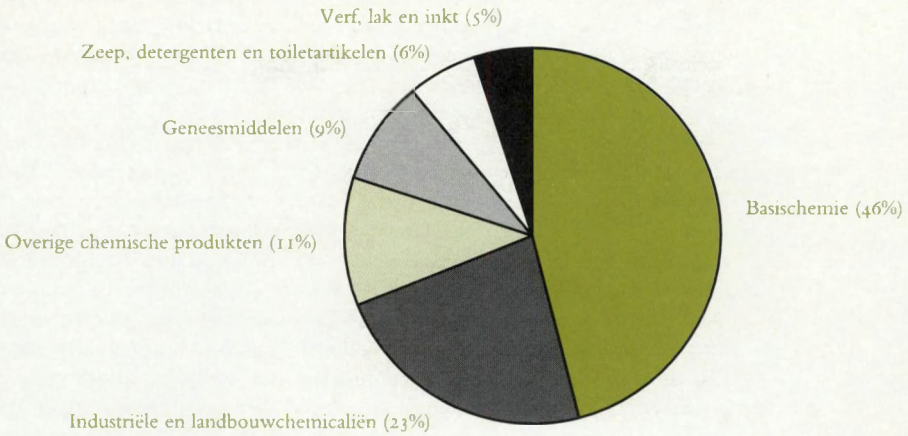
Niet alleen voor de afzetmarkten is het buitenland belangrijk, maar ook voor de controle door ondernemingen als Bayer, BASF, EMC, Monsanto, Rhône-Poulenc, Amoco, Degussa. Grote Belgische bedrijven zijn Solvay, UCB, Tessenderlo Chemie en de chemische afdelingen van Petrofina.

Veruit de belangrijkste concentratie van de scheikundige nijverheid in Vlaanderen bevindt zich in het havengebied van Antwerpen (o.a. BASF, Bayer, Degussa, Solvay, Finaneste en Monsanto)[1]. Buiten het havengebied is Agfa-Gevaert de grootste chemische onderneming in de provincie Antwerpen. Andere concentraties van de chemische industrie in Vlaanderen zijn gesitueerd in de zones rondom het Albertkanaal (o.a. Amoco), het kanaal Gent-Terneuzen (o.a. Rhône-Poulenc, UCB), het kanaal Brussel-Charleroi (o.a. UCB) en het kanaal Brugge-Zeebrugge. Vooral de bedrijven actief in de basischemie hebben zich langs deze waterwegen ontwikkeld. Zij voeren een deel van hun grondstoffen per schip aan en gebruiken grote hoeveelheden water in hun produktieproces. De basischemie realiseert 46 % van de produktiewaarde in Vlaanderen (figuur 1). In de Europese Unie is dit aandeel 41 %. De fabricage van gespecialiseerde chemische produkten is veel minder afhankelijk van water en de bedrijven actief in die sector liggen dan ook meer verspreid. De provincie Antwerpen levert meer dan de helft van de tewerkstelling van de chemische nijverheid in Vlaanderen. Oost-Vlaanderen komt op de tweede plaats met ongeveer 18 % van de tewerkstelling. Daarna volgen Vlaams-Brabant (ongeveer 14 %), Limburg (ongeveer 9 %) en West-Vlaanderen (5 %).

De produktie van de scheikundige nijverheid is zeer geconcentreerd. Zeven vestigingen met meer dan 1 000 werknemers vertegenwoordigen bijna 40 % van de tewerkstelling in de Vlaamse chemische nijverheid (Agfa-Gevaert, BASF Antwerpen, Bayer Antwerpen, Degussa, Janssen Farmaceutica, Monsanto en Tessenderlo Chemie). Deze 7 vestigingen staan in voor een tewerkstelling van ruim 20 500 mensen.

Met een toegevoegde waarde van 203 miljard BF in 1992 bedroeg het aandeel van de Belgische chemische sector 4,7 % van de toegevoegde waarde van deze nijverheid in de Europese Unie (4 300 miljard BF)[2].

Figuur 1: Samenstelling chemische nijverheid in Vlaanderen op basis van produktwaarde (1990).



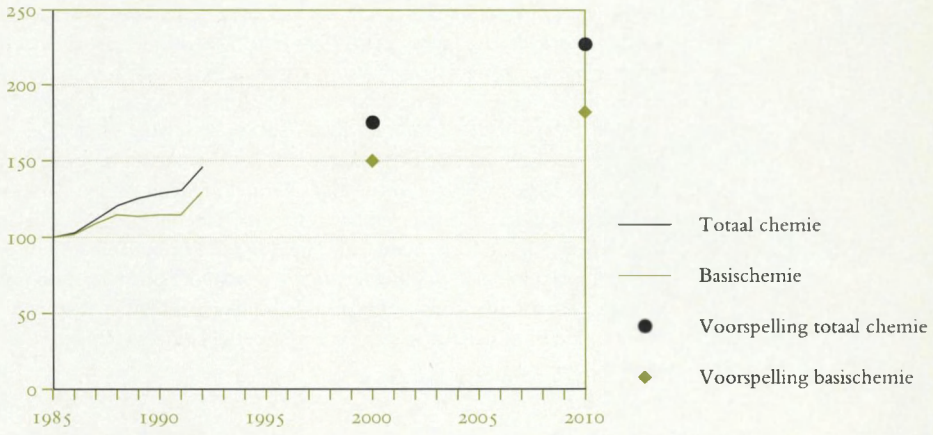
Bron: NIS, Eurostat.

1.3 | Ontwikkelingen van de economische activiteit

Tussen 1980 en 1992 groeide de chemische nijverheid in Vlaanderen met bijna 50 %, of 3,3 % per jaar in gelijke tred met de Europese chemische nijverheid (figuur 2). Dit groeicijfer is hoger dan de 2 % van de verwerkende nijverheid.

Tussen 1980 en 1990 daalde het aandeel van de basischemie in de waarde van de totale produktie van de chemische nijverheid in Vlaanderen van 50 % tot ongeveer 46 % ten voordele van de parachemie. Op het niveau van de Europese Unie deed zich eenzelfde ontwikkeling voor vanwege de concurrentie uit het Midden-Oosten en Noord-Amerika, waar de grondstof- en energiekosten beduidend lager liggen. Ook de invoer van basischemicaliën en kunststoffen uit Oost-Europa is verveelvoudigd. De kunstmeststoffenindustrie heeft af te rekenen met een vraagvermindering veroorzaakt door hervormingen in het Europees landbouwbeleid.

Figuur 2: Produktie van de Vlaamse chemische nijverheid (1980-2010), (index 1980 = 100).



Bron: NIS, prognose DRI.

De industriële en agrarische chemicaliënindustrie is de grootste, maar minst expansieve sector in de parachemie. Haar aandeel in de produktiewaarde van de chemische nijverheid daalde van 25 % in het begin van de jaren tachtig tot 23 % in 1990. Het Europese landbouw- en milieubeleid streeft naar een kleinere en minder intensieve landbouwproduktie en oefenen een neerwaartse druk op de vraag naar landbouwchemicaliën uit. De andere sectoren in de parachemie, en vooral de geneesmiddelenindustrie en de zeep-, detergenten- en toiletartikelenindustrie, vertoonden een snellere groei dan het gemiddelde, en zagen hun relatief gewicht dus toenemen. De geneesmiddelenindustrie is de snelst groeiende sector in de chemische nijverheid. Tussen 1980 en 1990 steeg haar aandeel in de produktiewaarde van 5 % tot 9 %. Daarmee is de Vlaamse geneesmiddelenindustrie wel nog beduidend minder ontwikkeld dan in de rest van de Europese Unie, waar de toegevoegde waarde van de farmaceutische nijverheid 28 % bedroeg van de toegevoegde waarde voor de gehele chemische nijverheid, in 1992. De geneesmiddelenindustrie heeft haar krachtige dynamiek te danken aan de snelle technologische vooruitgang in de sector, waardoor veel nieuwe produkten op de markt komen, en aan de sterk groeiende vraag naar gezondheidszorg in een wereld waarin de bevolking rijker en ouder wordt. Deze factoren zullen in de toekomst blijven spelen, evenwel zonder dat de bijzonder sterke volume- en prijsstijgingen in het recente verleden geëvenaard zullen worden. Zowel in Europa als in de Verenigde Staten hebben de overheden maatregelen uitgevaardigd om het gebruik en de prijsstijgingen van geneesmiddelen af te remmen.

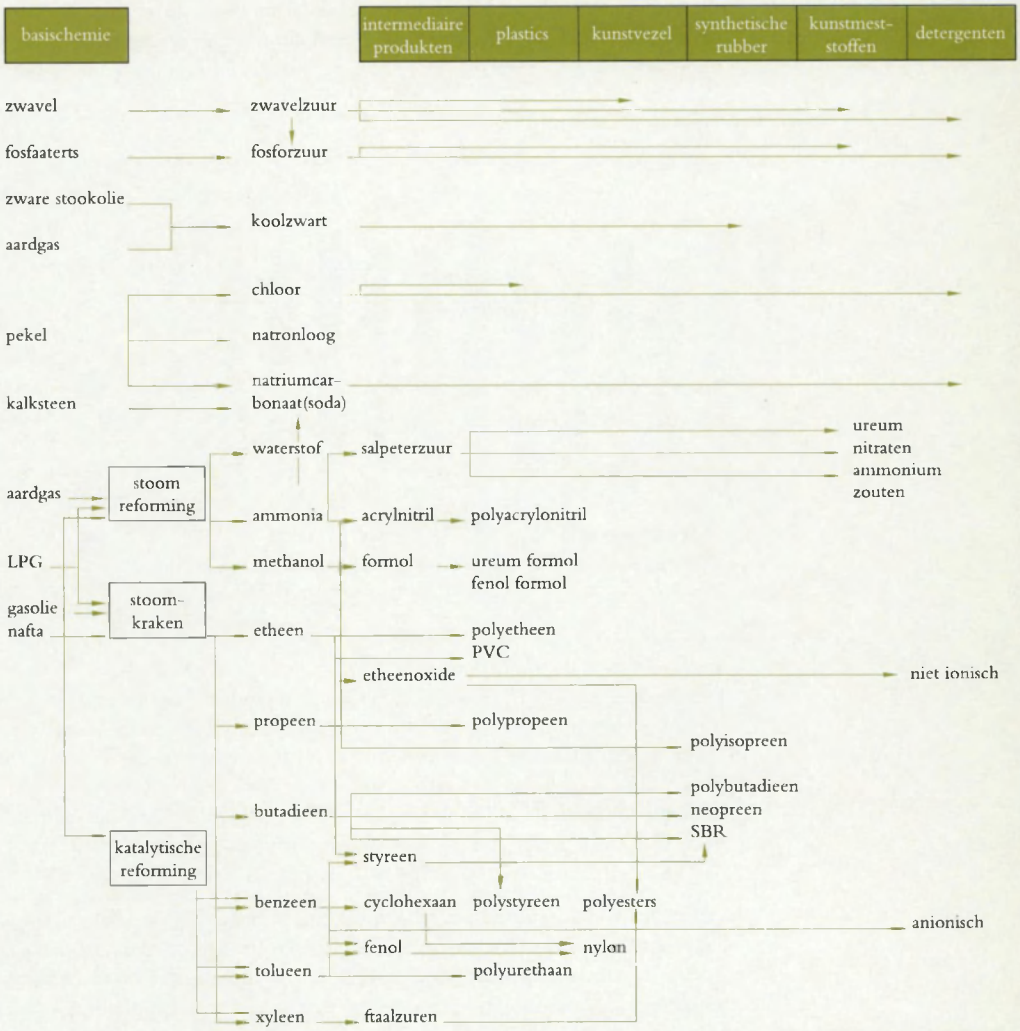
Om een idee te vormen van de toekomstige produktietrends van de chemische nijverheid werd de volgende methode gebruikt. Eerst werd de statistische relatie berekend tussen de produktie van de Vlaamse nijverheid en de produktie in de vier grootste Europese economieën, namelijk Duitsland, Frankrijk, Italië en het Verenigd Koninkrijk. Er bestaat een goede correlatie, enerzijds omdat de Vlaamse nijverheid zeer open is en een belangrijk deel van haar produktie in de buurlanden afzet, en anderzijds omdat de economische ontwikkelingen in de verschillende Europese landen vrij gelijklopend zijn. DRI maakt voor een aantal industrietakken in deze vier landen voorspellingen gebaseerd op een industriemodel. Met behulp van deze voorspellingen en de geschatte relatie tussen de Vlaamse en de Europese produktie kan een voorspelling voor de Vlaamse nijverheid gemaakt worden. Om aparte voorspellingen voor de basisnijverheid en de parachemie te verkrijgen, werd de veranderende verhouding tussen basis- en parachemie trendmatig naar de toekomst doorgetrokken.

De chemische nijverheid zal in de toekomst minder snel groeien dan tijdens de afgelopen 10 jaar, namelijk met 2,2 % per jaar over de periode van 1992 tot 2000 en met 2,6 % per jaar daarna (2000-2010) (figuur 3). De basischemie zal een groei van 1,7 % per jaar kennen tot 2000, en van 2 % tussen 2000 en 2010. Voor de parachemie ligt de verwachte groei beduidend hoger, namelijk 2,8 % voor de periode 1992 tot 2000, en rond 3 % voor de periode na 2000. Gezien de relatief snellere evolutie van de parachemie tegenover de basischemie, zal het belang van de basischemie verder verminderen. Dezelfde factoren als hoger vermeld blijven gelden. Binnen Europa beschikt Vlaanderen, en vooral het Antwerps havengebied, over belangrijke competitieve troeven in de basischemie: zijn ligging aan grote waterwegen, de verbinding met het internationale pijpleidingennet en de sterke ontwikkeling van de produktie- en transport-infrastructuur. Ondanks de huidige problemen van de Westeuropese basischemie blijft het Antwerps havengebied grote investeringen in de basischemie aantrekken.

2 Gebruik van milieu- en natuurbronnen

De chemische nijverheid is zeer grondstof- en energieintensief. De belangrijkste grondstoffen zijn aardoliederivaten, aardgas, fosfaaterts, zout en zwavel. Het overgrote deel van deze grondstoffen wordt door de sector van de basischemie verwerkt. De parachemie verwerkt hoofdzakelijk produkten van de basischemie en is geen grote directe grondstofgebruiker. De belangrijkste grondstofverbruikers zijn de petrochemie en de kunstmestindustrie. Figuur 4 toont het grondstoffengebruik door de chemie en de samenhang tussen een aantal belangrijke chemische produkten. Aangezien de chemische industrie duizenden verschillende produkten bereidt, is de figuur noodzakelijk onvolledig.

Figuur 3: Schematische voorstelling van de chemische nijverheid.



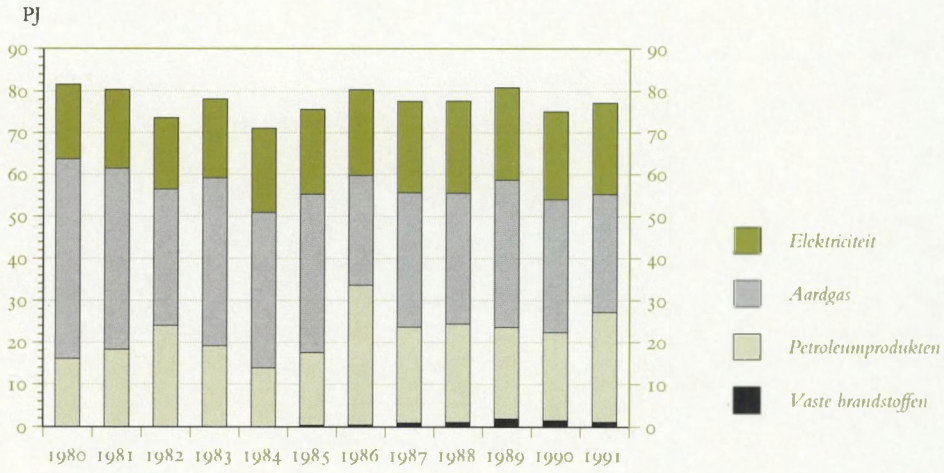
Bron: DRI[3]

Met 75 PJ in 1990 is de chemische nijverheid de grootste energiegebruiker in de verwerkende nijverheid in de vorm van aardgas (42 %), aardolieprodukten (28 %), elektriciteit (28 %) en vaste brandstoffen (2 %). Deze cijfers sluiten het gebruik van fossie-

le brandstoffen als grondstof niet in. De petrochemische produktieprocessen (kraken, aromatenextractie) vereisen stoom en hoge temperaturen, en processen als ammoniaksynthese, bereiding van lage dichtheid polyethyleen of LDPE, verlopen onder hoge druk waardoor compressie en afkoeling veel energie vereisen.

Figuur 4 toont de evolutie van het energiegebruik tussen 1980 en 1991. De gegevens hebben betrekking op aangekochte energiedragers voor gebruik als energie (warmte, drijfkracht, verlichting) en niet als grondstof. Het energiegebruik daalde vanaf 1980 om weer lichtjes toe te nemen vanaf 1987. De energie-efficiëntie is verhoogd met 30 % over de periode 1980-1991, onder meer door de recuperatie van stoom en chemisch restgas en meer algemeen door de systematische aanwending van best beschikbare technieken bij nieuwe investeringen. De dalende trend in het gemiddelde energiegebruik per eenheid eindprodukt, zet zich voort met weliswaar een geleidelijke afname van het dalingsritme. Dit komt vooral vanwege de belangrijke investeringen die de chemische nijverheid reeds geleverd heeft om de energie-efficiëntie te verbeteren, zodat steeds meer processen het thermodynamisch minimum benaderen.

Figuur 4: Energiegebruik van de Vlaamse chemische nijverheid (1980-1991).



Bron: NIS.

Het aandeel van elektriciteit groeit lichtjes. De aandelen van aardgas en petroleumprodukten schommelen van jaar tot jaar. Het aandeel van elektriciteit groeit lichtjes. De aandelen van aardgas en petroleumprodukten schommelen van jaar tot jaar. Tussen deze twee brandstoffen bestaan ruime substitutiemogelijkheden en het verbruikspatroon van de industrie reageert snel en merkbaar op relatieve prijsverhoudingen. Het aandeel van aardgas liep terug van 50 % in 1985 tot 33 % in 1986. Het aandeel van petroleum steeg van 23 % in 1985 naar 41 % in 1986.

Het gebruik van fossiele energie als grondstof is in de chemie belangrijker dan het gebruik als brandstof. De petrochemie gebruikt het aardoliederivaat nafta als grondstof en de stikstofmestindustrie aardgas als bron van waterstof bij de bereiding van ammoniak. De consumptie van koolwaterstoffen als grondstof bedroeg 102,3 PJ in 1990 voor de Vlaamse industrie. In 1991 is het gebruik van energiedragers als grondstof verder gestegen door het opstarten van een nafta-kraker en een eenheid voor ammoniaksynthese in Antwerpen. Bij een verdere stijging in 1992 zal het gebruik als grondstof ongeveer 2/3 uitmaken van het totale energiegebruik.

Referenties

1 Federatie der Chemische Nijverheid van België, The chemical industry in Belgium, FCN, Brussel, 1989.

2 Europese Commissie, Panorama van de Europese industrie, 1993, Europese Commissie, Luxemburg, 1993.

3 DRI, European industrial energy consumption: historical trends and prospects to 1995, DRI/McGraw-Hill, Parijs, 1988.

4 Federatie der Chemische Nijverheid van België, Verslag 1992, FCN, Brussel, 1993.

5 VROM, RIZA, RIVM, Procesbeschrijvingen industrie. SPIN project, RIVM, Bilthoven, 1992–1993.

Begeleiders

G. Borighem, SIREV-FCN

E. Meeussen, Bayer Antwerpen

C. Vandecasteele, Dep. Chemische Ingenieurstechnieken, KUL

II.5 Industriesector basismetaal

C. Buelens, Departement MTM, KUL

Dit hoofdstuk is gewijd aan de ferro- en non-ferrometaalindustrie. Eerst situeren en karakteriseren we de sectoren naar omvang en activiteit. Vervolgens worden het economisch belang en de evolutie van de economische situatie vanaf 1985 geschetst. Het verbruik van de natuurbronnen wordt gekoppeld aan de produktieprocessen in deze sector. Het tweede deel behandelt de recyclage, als deelsector van deze industrie. De sector van de oppervlaktebehandelingen van metalen bespreken we daarna op een analoge manier.

1 | Ferro- en non-ferrometaalindustrie

1.1 | Beschrijving van de sector

Situering

De industriesector basismetaal, zoals voor deze studie gedefinieerd, kan naar de aard van de *metalen* opgedeeld worden naar ferro- en non-ferronijverheid.

Volgens de aard van de *produkten* omvat de industriesector basismetaal drie deelsectoren:

- de produktie van *ruwe metalen* uit primaire en secundaire grondstoffen;
- de verwerking tot *halffabrikaten*;
- de eerste verwerking tot afgewerkte *metaalprodukten*.

De activiteiten van de bedrijven beperken zich uiteraard niet altijd tot één van de deelsectoren, maar kunnen zowel halfafgewerkte als afgewerkte produkten omvatten. Hierdoor is het moeilijk kerngegevens juist te verdelen over de deelsectoren.
De sector van de oppervlaktebehandelingen van metalen is gedeeltelijk geïntegreerd in andere sectoren (metaalverwerkingsbedrijven e. a.) en bestaat gedeeltelijk als zelfstandige activiteit.

In dit werk wordt de sector basismetaal verdeeld in 3 deelsectoren, volgens de bestaande beroepsfederaties:

- *de ferrosector* met de produktie van ruwijzer en staal uit primaire en secundaire grondstoffen en de verwerking tot halffabrikaten, (NACE 211, 221)
- *de non-ferrosector* met de produktie van ruwe non-ferrometalen uit primaire en secundaire grondstoffen en de verwerking tot halffabrikaten, (NACE 212, 224)
- *de eerste verwerking* van zowel ferro- als non-ferrometalen tot afgewerkte metaalprodukten *(EVM)*, (NACE 222, 223, 311, 312, 313, 319.1).
De sector van de oppervlaktebehandelingen van metalen wordt apart besproken in een laatste hoofdstuk.

In de metaalsector van het Vlaamse gewest zijn bijna alle metalen vertegenwoordigd:

- de ferrometalen: ijzer, staal en roestvrij staal (RVS);
- de 4 non-ferrobasismetalen: koper, zink, lood en aluminium;
- de edele metalen: zilver, goud, platina, palladium, rhodium;
- andere metalen/metalloïden: germanium, seleen, kobalt, cadmium, antimoon, telluur.

Deze lijst is niet geheel volledig.

De produkten van deze industrie worden in de meest verscheiden sectoren aangewend, namelijk bouw, metaalnijverheid, machinebouw, elektrotechniek, elektronica, automobiel, ruimtevaart en andere (tabel 1).

Tabel 1: Basisprodukten per metaal in de sector ferro, non-ferro en EVM.

Deelsector	Metaal	Produkten
Ferro	ijzer	ruwijzer, ruwstaal, RVS
- ruwe metalen		warmgewalste produkten
- halffabrikaten		koudgewalste plaat
Non-ferro	koper	walsplaat, walsdraad, kathoden
- ruwe metalen		ingots en legeringen, buizen
- halffabrikaten	zink	ingots, pastilles, draad, gelakt zink
		thermisch verzinkte vormen, gewalst zink
		poeders, stof, oxyden
	lood	ingots, blokken
	aluminium	geëxtrudeerde produkten, draad
		gewalste produkten, schijven, poeders
	zilver, goud	staven
	palladium	gaas, katalysatoren, laboratoriummateriaal
	germanium	éénkristallen, poeders
	kobalt	oxyden, zouten
Eerste	verschillende	gietstukken
verwerking	metalen	draad, koudgewalste plaat
(EVM)		profielen, stamp- en smeedwerk, veren

Bron: Jaarverslagen 1992[1,3,4], bewerkt door MTM.

Economische situatie

De situatie van de sector wordt eerst geplaatst in internationale context. Daarna behandelen we de evolutie van de economische situatie van 1985 tot heden voor de drie deelsectoren[1,2,3,4].
We bespreken de conjunctuurontwikkeling met de implicaties voor de sector.
Aangezien de produktiegegevens voor deze sector in het Vlaamse gewest niet afzonderlijk beschikbaar of onvolledig zijn, wordt voor de bespreking van de economische situatie gerefereerd naar gegevens voor België. Tabel 2 toont enkele kerncijfers en figuur 1 geeft de verspreiding weer van de Vlaamse bedrijven in de sector basismetaal.

De Belgische ferro-industrie[3] produceerde in 1992 in totaal 10,3 miljoen ton ruwstaal terwijl de EU-produktie 132 miljoen ton en de wereldproduktie 713 miljoen ton bedroeg.
De Europese Unie is de voornaamste afzetmarkt (85 %) van de Belgische staalindustrie. De Belgische staalindustrie heeft haar positie in de EU-landen waar ze het best vertegenwoordigd is, gehandhaafd.

Tabel 2: Belangrijke cijfers voor de sector in Vlaanderen in 1992.

	Ferro	Non-ferro	Eerste verwerking[c]
Aantal bedrijven	2	16[a]	22
Produktie	3,65 milj.ton vloeibaar staal	(1,65 milj. ton)[b]	45,9 milj. BF
Tewerkstelling (in eenheden)	7 600	(12 143)[b]	10 144

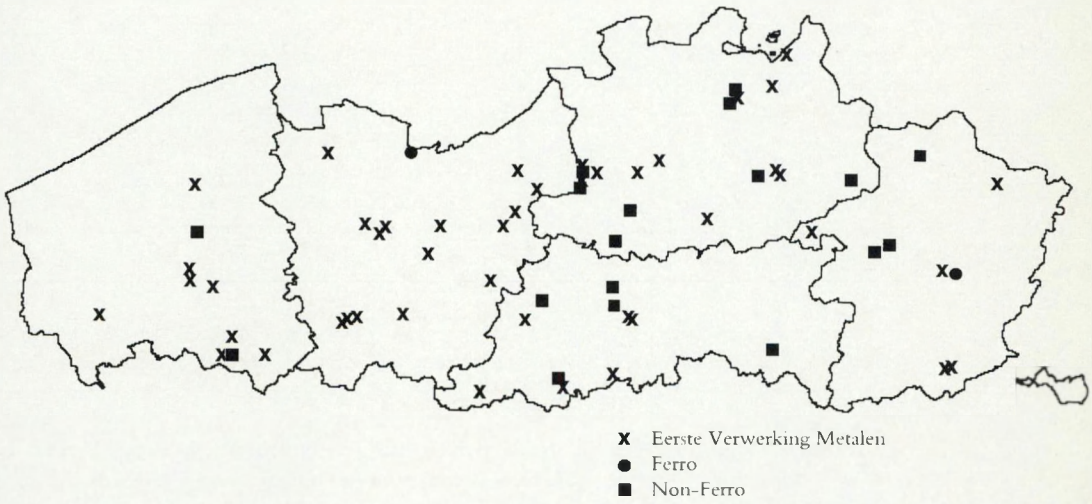
[a]: 16 bedrijven met 18 vestigingen.

[b]: De cijfers tussen haakjes gelden voor België. Het grootste aandeel van de produktie van de non-ferrosector bevindt zich in Vlaanderen zodat de cijfers wel een indicatie geven.

[c]: De cijfers van de eerste verwerking zijn afkomstig van Fabrimetal.Niet alle bedrijven van EVM zijn aangesloten bij de beroepsfederatie. De cijfers geven wel een goede indicatie omdat het voornamelijk de kleinere bedrijven zijn die ontbreken.

Bron: Diverse jaarverslagen 1992[1,2,3,4].

Figuur 1: Industriesector basismetaal: verspreiding in Vlaanderen (1994)[a].



[a] De non-ferro heeft met 16 bedrijven 18 vestigingen in Vlaanderen.

Bron: Info Staalverbond, Federatie non-ferro, Fabrimetal, bewerkt door MTM.

De Belgische nijverheid van de non-ferrometalen[1,2] neemt al jaren een belangrijke plaats in op internationaal vlak. Zij voert driekwart van haar produkten uit over de gehele wereld. België is één van de voornaamste wereldproducenten van zink en koper en staat op de eerste plaats als verwerker van germanium en kobalt.
Per inwoner is België de belangrijkste producent en uitvoerder van non-ferrometalen in de wereld. Binnen de EU bekleedt de non-ferrosector van België eveneens een eersterangspositie. De produktie van ruw koper en zink bedraagt respectievelijk ongeveer 40 % en 20 % van de totale EU-produktie, terwijl de produktie van halffabrikaten voor de vier basismetalen nagenoeg 10 % van de totale EU-produktie vertegenwoordigt.

In tabel 3 worden produktiehoeveelheden in de metaalindustriesector in België weergegeven.
Bij de produktie van ruwe metalen is het volgende van belang :

- er is geen produktie van aluminium uit ertsen in België. Er worden halffabrikaten

geproduceerd vertrekkende van het ruwe metaal en het secundaire metaal.
- de produktie van edele metalen als ruwe metalen in België bedraagt 1600 t in 1992.
- de totale produktie gegeven in tabel 3 omvat de som van de geproduceerde hoeveelheden van alle non-ferrometalen in België.

De leveringen van de Eerste Verwerking Metalen komen voor 50 % van de metaal- en draadtrekkerij en koudwalserij, 29 % van de sector van profielen, stamp- en smeedwerk en veren en voor 21 % van de gieterijen.

Tabel 3: Evolutie van de Belgische basismetaalsector (1985-92).

Productie					**Jaar**			
in 1000 ton	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**
Ferrosector								
- ruw ijzer	8 719	8 046	8 239	9 146	8 862	9 416	9 353	8 524
- ruw staal	10 585	9 623	9 722	11 163	10 894	11 361	11 277	10 276
Non-ferro ruwe metalen								
- koper	456	458	478	511	563	543	479	472
- zink	288	289	309	319	307	306	312	238
- lood	114	98	108	127	110	107	111	117
Non-ferro halffabrikaten								
- koper	322	311	287	313	380	391	367	373
- aluminium	305	303	339	376	386	381	365	333
Leveringen in miljoen BF								
EVM								
- Vlaams gewest	48 724	45 698	44 634	52 229	51 826	51 197	47 199	45 925
- België	75 879	71 460	69 574	80 677	85 525	87 481	81 472	75 137

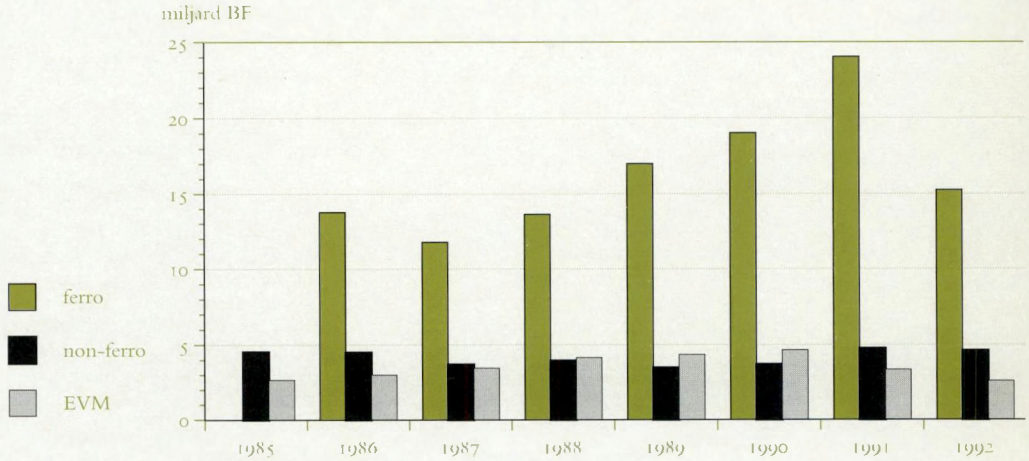
De conjunctuurverzwakking die zich begin 1990 manifesteerde heeft zich verder doorgezet in 1991 en 1992. De wereldmarkt werd ontregeld door de goedkope invoer vanuit de Oosteuropese landen, vooral Rusland, wat een versnelde daling van de prijzen tot gevolg had.

De *ferronijverheid*[1,6,7] maakte in 1992 een zware crisis door. Het staalverbruik in de Europese Unie, voornaamste afzetgebied van de Belgische staalbedrijven, daalde in 1991 en verder in 1992. De inkrimping van de vraag werd nog versterkt door een algemene afbouw van de voorraden. Nagenoeg alle staalondernemingen in Europa, hebben vooral sinds 1992 aanzienlijke verliezen geleden.

Dit slechte conjunctuurklimaat heeft de *non-ferrosector*[2,3] eveneens zwaar beïnvloed. De hardere concurrentie en de nieuwe daling van de metaalkoersen hebben de rentabiliteit van 1991 nog doen afnemen in 1992. De *eerste verwerking van metalen (EVM)*[4,5] kampt met gelijkaardige problemen: overcapaciteit op de Europese markt, daling van de vraag, concurrentie van de Oosteuropese landen. Gevolgen zijn dalende rentabiliteit en grondige herstructurering. De grootste groep van EVM, de draadtrekkerij, kon haar produktie op peil houden. De groep gieterij beleefde vanaf 1991 een ernstige recessie met een terugval van 9 % in omzet, terwijl de groep van het smeedwerk haar leveringen kon handhaven.

De investeringen (figuur 2) vertonen een toename van 1986 tot 1990. Vanaf 1990 nemen de investeringen af behalve voor de deelsector van de ferro-industrie die in 1990 zwaar investeerde in modernisering en vernieuwing van de installaties. Het aandeel in deze uitgaven voor milieudoeleinden bedroeg tussen 10 % en 15 %.

Figuur 2: Evolutie van de investeringen in de metaalindustriesector in België.



Bron: Staalverbond, Federatie van de non-ferrobedrijven, Fabrimetal[1,2,3,5].

Een enquête van de Europese Unie[14] wijst wel op een verbetering van de conjunctuur maar niet op verzekerd herstel. In België is het vertrouwen bij de bedrijfsleiders sinds midden 1993 maar langzaam hersteld. In de huidige situatie zijn de bedrijven in de sector zeer voorzichtig met prognoses voor de toekomst. Er worden geen drastische verbeteringen verwacht.

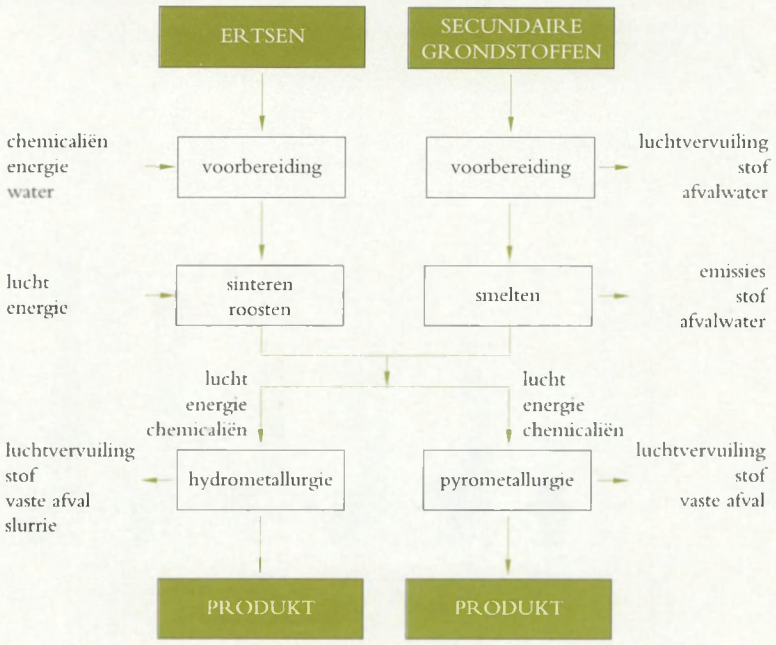
Processen

De processen voor de winning en de verwerking van metalen zijn specifiek voor een bepaald metaal en afhankelijk van de gebruikte technologie. Voor de ferro- en de non-ferrosector kan een algemeen procesverloop met hoofdstromen worden weergegeven (figuur 3).

1.2 | Gebruik van Milieu- en natuurbronnen

Voor de *ferrosector* betekent dit de produktie van ruwijzer uit zeer verscheiden ertsen en de produktie van de verschillende soorten staal en RVS. Grondstoffen voor dit proces zijn: ijzerertsen, schroot, smeltmiddelen, lucht en brandstoffen. De ferrosector is vanwege de staalproduktie een zeer grote gebruiker van energie.
Het verbruik van grondstoffen en energie in België in 1992 is opgenomen in tabel 4. De sterke toename van het kolenverbruik is te wijten aan de ontwikkeling van het procédé met directe koleninblazing in de hoogoven, wat het gebruik van cokes in de hoogoven vermindert.

Figuur 3: Algemeen procesverloop voor ferro en non-ferroverwerking.



VERWERKING IN DE NON-FERRO-INDUSTRIE



VERWERKING IN DE FERRO-INDUSTRIE

Bron: MTM.

Tabel 4: Gebruik van grondstoffen en energie voor de ferrosector in België.

Jaarlijks gebruik		1985	1990	1992
IJzererts	kton	13 237	14 516	12 374
Elektriciteit	GWh	4 154	4 522	4 353
Stookolie	ton	160 000	234 000	210 000
Kolen voor inblazen	ton	12 000	523 000	1 000 000
Cokes in hoogoven	ton	5 355 000	4 282 000	3 500 000
Aardgas	TJ	23 522	26 600	22 030
Totaal energie	*TJ*	*202 269*	*193 199*	*178 111*
Voor een totale produktie ruwstaal	kton	10 585	11 361	10 276

Bron: Staalindustrieverbond[1].

In de *non-ferro*metallurgie worden een aantal specifieke technieken (smelten, raffinage, logen, elektroraffinage, solvent-solventextractie, enz.) gebruikt in complexe stroomschema's, afhankelijk van het te winnen metaal en de beschikbare grondstof. In tabel 5 is het gebruik van de belangrijkste ertsen opgenomen en in tabel 6 enkele basisgegevens omtrent het energiegebruik.

Bij de winning van metalen uit secundaire materialen (recyclage in de non-ferro) kan aanzienlijk worden bespaard op het energiegebruik (zie 2).

Voor de deelsector *eerste verwerking van metalen (EVM)* zijn geen aparte cijfers beschikbaar.

Tabel 5: Gebruik van grondstoffen voor de non-ferrosector in België.

Jaarlijks gebruik (in kton)	1985	1990	1992
Aluminiumerts	36,7	37,3	70,5
Kopererts	3,3	5,0	0,3
Looderts	114,7	101,2	84,3
Zinkerts	568,5	626,0	428,3

Bron: Federatie van de ondernemingen van non-ferrometalen[2,3].

Tabel 6: Gebruik van energie voor de non-ferrosector in Vlaanderen.

Jaarlijks gebruik		1985	1990	1992
Elektriciteit	GWh	1 622	1 840	1 527
Stookolie	ton	62 652	52 968	69 997
Cokes	ton	47 146	57 269	59 928
Kolen	ton	1 311	305	97
Aardgas (x 1000)	m^3	110 447	129 382	96 127
Totaal energie	*TJ*	*13 216*	*14 460*	*13 068*
Voor een totale produktie van:	kton	1 624	1 998	1 868

Bron: Federatie van de ondernemingen van non-ferrometalen, niet gepubliceerde gegevens, 1994.

2 | Recyclage

2.1 | Beschrijving van de sector

Recyclage of het herwinnen van zuivere materialen uit schroot is geen nieuw begrip

in de metaalindustrie. Al in de oudheid wist men dat gebruikte metalen gemakkelijk te recupereren zijn zonder dat hun intrinsieke eigenschappen verloren gaan. De herwinning van eenvoudige metaalafval werd vaak toegepast uit economische noodzaak. De laatste decennia zijn nieuwe technologieën ontwikkeld om ook complexer metaalschroot te valoriseren en is de recyclage van metalen tot een volwaardige industrie uitgegroeid.

De afwezigheid van eigen grondstoffen, de uitputting van rijke ertsen en de daardoor duurdere winning uit armere ertsen, gecombineerd met de soms moeilijke invoer wegens politieke redenen heeft de recyclage in West-Europa sterk doen toenemen. De recyclageactiviteit maakt op dit ogenblik een belangrijk deel uit van de metaalindustrie in Vlaanderen.

Bijkomende troeven van recyclage zijn onder meer de belangrijke besparing van energie bij de produktie, het vermijden van stortkosten en de vermindering van belasting van het milieu. Recyclage is economisch aantrekkelijker als het gaat om metalen met hoge intrinsieke waarde, als de kosten van de afvalverwijdering hoog zijn of als de prijzen van de primaire ertsen hoog werden gesteld.

Recyclageactiviteiten impliceren diverse operaties: inzameling van metaalresten (al dan niet selectief), sortering met behulp van mechanische en chemische systemen, handel van secundaire grondstoffen op de internationale of nationale schrootmarkt. Het daaropvolgend produktieproces van secundaire materialen (uit schroot) verschilt van het primaire produktieproces (uit ertsen) door de vorm van het schroot (zuivere metalen in plaats van verbindingen) en een verschil in contaminatie (andere combinatie van elementen).
In de non-ferrobasisindustrie hebben een 4-tal bedrijven recyclage als hoofdactiviteit ontwikkeld, terwijl bijna alle andere bedrijven recyclage als nevenactiviteit kennen.

In de ferrosector in Vlaanderen is schroot een eersterangs grondstof geworden voor de vervaardiging van staal. Het schroot kan indien het niet te erg vervuild is zonder behandeling gebruikt worden. Het verbruik van schroot hangt nauw samen met de ontwikkeling van de elektrostaalproduktie. Het verbruik van schroot (in kg) per ton geproduceerd ruwstaal ligt op 183 in geval van een oxystaalprocédé en op 1 000 voor een elektrostaalproces[1]. Het ijzer- en staalschroot moet, naargelang de graad van contaminatie, soms op een andere manier in een hydrometallurgisch of elektrolytisch proces herwonnen worden.

In de sector van de EVM, namelijk bij de gieterijen, is recyclage volwaardig geïntegreerd. Intern schroot wordt vrijwel volledig gerecycleerd, terwijl verschillende types van oud schroot worden aangekocht als grondstof. Cijfers hieromtrent zijn niet beschikbaar.

Tabel 7: Cijfers voor de Belgische recyclagenijverheid[1,9].

Deelsector		
Ferronijverheid (1992)	Verbruik	2,7 miljoen ton schroot (exclusief intern schroot)
Non-ferro (1989)		
	Zakencijfer	800 miljoen ECU
	Tewerkstelling	630 personen
	Investeringen	146 miljoen ECU
Recuperatie (handel en netto-invoer)		380 000 ton metaalinhoud (lood, koper, aluminium, zink)

Bronnen: Staalindustrieverbond, 1992[1]; Federatie non-ferro metalen,1989[9].

De cijfers in tabel 7 tonen het belang van de sector aan. Door de complexiteit van de herwinningssector en de afwezigheid van officiële statistieken moeten deze cijfers beschouwd worden als ramingen voor de Belgische nijverheid. Afzonderlijke cijfers voor Vlaanderen zijn niet voorhanden.

2.2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

De resten die door de recyclagenijverheid worden verwerkt, kunnen in twee grote categorieën worden onderscheiden:

- *fabrikatieresten*: hier bestaat het onderscheid tussen intern schroot (produktieresten die binnen het bedrijf zelf gerecycleerd worden), en nieuw schroot (fabrikatieresten die in een ander bedrijf worden gerecycleerd). Deze resten hebben doorgaans een hoge waarde en zijn vrij homogeen qua samenstelling.
- *oude afvallen*: gebruiks- of verbruiksgoederen die aan het eind van hun levensduur gekomen zijn en waarvan de houder zich ontdaan heeft. Dit oud schroot, zowel van industriële of huishoudelijke aard, wordt gerecupereerd via schroothandelaars.

Het intern schroot wordt vrijwel volledig gerecycleerd. Het nieuw schroot stelt soms problemen door de vorm waarin het voorkomt, bijvoorbeeld slakken, vliegassen, oplossingen. Oud schroot kan heel wat problemen stellen voor de recyclage vanwege de heterogene samenstelling.

Een belangrijke bron van schroot is het *huishoudelijk afval*. In 1993-94 nam de metaalfractie 3,5 % van de huisvuilzak in, namelijk 3 % ferro en 0,5 % non-ferro. Het non-ferroschroot bestaat bijna hoofdzakelijk uit aluminium in de vorm van verpakkingmateriaal. Vanwege de grote contaminatie en de moeilijkheden voor selectieve verzameling wordt deze bron nog niet erg benut. Het *industrieel afval* (tabel 6) vormt een tweede belangrijke schrootstroom. In 1992 werd 369 065 ton ijzermetaal, 61 802 ton non-ferrometaal en 206 036 ton metaalslib als afval gemeld aan de OVAM. De schrootstroom bevat krullen en snijresten, schroot, verpakkingen, batterijen, slakken, gruis en stof. Andere bronnen voor recyclage zijn onder andere autoschroot, elektronisch schroot en bouwmaterialen. Enkele karakteristieke cijfers voor de herkomst en samenstelling van ferro- en non-ferroschroot worden opgesomd in tabel 8.

Tabel 8: Recyclage in de ferro- | non-ferro-industrie (1989-92)

		Koper	Zink	Aluminium	Lood	IJzer
Samenstelling:						
- interne resten		[a]	[a]	[a]	[a]	
- nieuwe resten	(%)	65		60	-	
- oude resten	(%)	35	95	40	-	
Energiebesparing	(%)	34	72	95	62	72
Netto-invoer	1989	129	38,5	35,8	27,3	
(kton)	1992	156	38,5	87,8		881
Resten via	1989	40	16,9	77		
handelaars (kton)	1992	50	26	85	18,4	1517
Oud schroot		industr. resten, afbraakmateriaal, werktuigen	assen, residuen, verzinkt ijzer, messing	fabrikatieresten, afbraakmateriaal, shredder	buizen, pijpen, platen, batterijen	shredder, afbraak, plaat

[a] *De interne fabrikatieresten hebben een homogene en bekende samenstelling en worden bijna volledig gerecycleerd.*

Bronnen: Staalindustrieverbond. Jaarverslag 1992[1].

Federatie non-ferro metalen. Studie over de recyclage, 1989[9].

3 | Oppervlaktebehandeling van metalen

3.1 | Beschrijving van de sector

We zullen alleen de galvanische of thermische processen als oppervlaktebehandeling van metalen bespreken. Organische deklagen, zoals lakken en verven worden hier niet beschouwd. In een galvanisch proces wordt onder stroomdoorgang een metallieke deklaag afgezet uit de metaalzouten van het elektrolysebad. Tot de galvanische processen behoort ook het stroomloos aanbrengen van een deklaag uit een elektrolyt. Het thermisch aanbrengen van een metaallaag gebeurt door het onderdompelen van het te bedekken voorwerp in een bad van gesmolten metaal dat later de deklaag vormt. Vaak voorkomende metaaldeklagen en toepassingen zijn opgenomen in tabel 9. Eén of meer metaallagen worden aangebracht met als doel het veranderen van de oppervlakte-eigenschappen van het bulkmateriaal. Dit kan zijn het verbeteren van de corrosieweerstand of de elektrische eigenschappen, het verhogen van de hardheid of de slijtageweerstand of het verfraaien van het uiterlijk.

Tabel 9: Karakterisatie van de sector oppervlaktebehandelingen van metalen.

Omvang van de sector:	**Aantal onafhankelijke bedrijven: 172** **Omzet: 6 miljard BF (1991)** **Tewerkstelling: 3 153 werknemers**
Activiteiten in Vlaanderen:	Meest voorkomende metalen:
elektrolytisch proces	Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Sn, Au, Ag,
stroomloos proces	Ni, Cu
thermisch aanbrengen	Zn
anodiseren	Al
-	-
Toepassingssectoren:	machinebouw, automobielbouw, informatica, elektrotechniek, optische en fijnmechanische industrie, decoratieve toepassingen

Bron: MTM en gegevens van Rapido[12].

De sector is zeer moeilijk af te bakenen in Vlaanderen. Enerzijds zijn er de loonbedrijven die deze oppervlaktebehandelingen als hoofdactiviteit hebben ontwikkeld. Anderzijds zijn er ook een groot aantal bedrijven die een galvanische afdeling geïntegreerd hebben in het totale produktieverloop. Basisgegevens i.v.m. het aantal bedrijven zijn verschillend. Uitgegaan van RSZ-gegevens zijn er 172 bedrijven in Vlaanderen[12]. Rekening houdend met de geïntegreerde galvanolijnen, zijn er zeker veel meer dan 172 bedrijven.

Het produktieproces in deze bedrijven bestaat in het algemeen uit 3 fasen: de *voorbehandeling* waardoor het voorwerp gereinigd en geactiveerd wordt; het *hoofdproces* waarbij een of meerdere metaallagen worden afgezet op het voorwerp; en de *nabehandeling*, al dan niet nodig om het voorwerp klaar te maken voor gebruik. Voor elk van deze stappen zijn er vele en sterk verschillende procédés mogelijk. De keuze voor een bepaalde techniek wordt bepaald door het substraat, door de gevraagde deklaag en de gewenste eigenschappen. Vaak worden in een produktieproces meerdere voor- en/of hoofdbehandelingen uitgevoerd. Er is eveneens geen duidelijke scheiding tussen de hoofd- en nabehandeling omdat dezelfde processen gebruikt kunnen worden. Twee bewerkingen kunnen meermaals en in elk van de 3 procesfasen voorkomen, namelijk het spoelen en het drogen van de werkstukken.

De effluenten die in de galvanische processen (en de spoelprocessen) vrijkomen

bevatten water, metalen, zouten, zuren of alkali en detergenten. De meest toegepaste waterzuiveringstechniek is een pijpeinde-technologie. In deze ONO-installatie (ONO = ontgifting-neutralisatie-ontwatering) worden de effluenten in nageschakelde installaties fysico-chemisch behandeld. De oplossing wordt er ontgift door chemische reacties en de zware metalen worden neergeslagen als metaalhydroxyde en verwijderd via een slib.

3.2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

De sector van de metaaloppervlaktebehandelingen produceert zelf geen produkten. Het galvanisch proces geeft een toegevoegde waarde aan produkten afkomstig uit een grote verscheidenheid van sectoren. De volgende sectoren leveren werkstukken aan de galvanische bedrijven:

- ijzer- en staalindustrie;
- produktie en eerste verwerking van de non-ferro industrie;
- fabrieken en machines voor voedings-, genotmiddelen- en de chemische industrie;
- machinebouw, transport, communicatie en andere sectoren.

Voor de toelevering van grondstoffen en energiebronnen zijn geen gegevens gekend. Wat betreft het waterverbruik bevindt het grootst aantal bedrijven zich in 2 verbruikscategorieën[12] namelijk tussen 1 000 en 5 000 m^3/jaar en tussen 10 000 en 50 000 m^3/jaar.

Referenties

1 Staalindustrieverbond, Jaarverslagen 1988, 1989, 1992, Brussel.

2 Federatie van de ondernemingen van non-ferro metalen vzw, Statistische jaarboeken en jaarverslagen 1989, 1990, 1992, Brussel.

3 Federatie van de ondernemingen van non-ferro metalen vzw, Jaarverslag 1992, Brussel.

4 Fabrimetal, Jaarverslagen 1990, 1991, 1992, Brussel.

5 Fabrimetal, Statistieken 1970 - 1991.

6 ALZ, Jaarverslag 1992, Genk.

7 SIDMAR, Jaarverslag 1992, Gent.

8 NIS, statistische gegevens 1992.

9 Federatie van de ondernemingen van non-ferro metalen vzw, Studie over de recyclage van non-ferrometalen in België, Brussel, 1989.

10 OVAM, Afvalstoffenplan 1991 - 1995, Huishoudelijke afvalstoffen - industriële afvalstoffen.

11 Scholiers J., Coberec, "Well sorted but who wants to have it?" Seminarie "Afvalpreventie, -reductie en -recycling", Brussel, juni 1993.

12 Rapido-project, Sectoriële bedrijfsafvalstoffenplannen, STEM-Berchem en ESM-Rotterdam, 1994.

13 OVAM, Evaluatierapport Metaaloppervlaktebewerking, Mechelen, 1993.

14 De Financieel Economische Tijd, 11 februari 1994.

Begeleiders

A. Van de Vel, Fabrimetal - Vlaamse Gewest

L. Van Poucke, Departement SBG, LUC.

Y. Vandebotermet, Kon. Fed. Non-ferro Metalen

P. Vanhaecke, Ecolas

H. Waeterschoot, Union Minière

II.6 Bouwsector

H. Hens, F. Descamps, Laboratorium Bouwfysica, KUL

1 | Beschrijving

Eerst situeren we de activiteiten en de actoren in de bouwsector. Dan volgt een analyse van de toestand van het bestaande gebouwenbestand en een schets van de verwachte evoluties in de sector.

1.1 | Activiteiten in de bouwsector

De bouwsector construeert de gebouwen en de infrastructuur waarin mensen leven, werken en zich ontplooien. Dit fysisch kader bepaalt in hoge mate de impact van andere activiteiten op natuur en milieu. Zo vereist energiezuinig verwarmen in de eerste plaats een goede isolatiekwaliteit van de gebouwschil en kan geluidsoverlast van het verkeer door een aangepast wegdek en een correcte geluidsafscherming geminimaliseerd worden.

De realisaties van de bouwsector kunnen onderverdeeld worden in gebouwen en infrastructuurwerken. De term gebouwen omvat woongebouwen en niet woongebouwen. Infrastructuurwerken omvatten de natte civiele techniek (havenbouw, baggerwerken, waterwegen, kanalen, dijken) en de droge civiele techniek (wegenbouw, luchthavens, bruggen- en tunnelbouw, milieutechnische installaties).

Telkens levert de bouwsector een uniek, omvangrijk en onbeweeglijk eindprodukt af, vandaar overigens de naam 'vastgoed'. De steeds wisselende eisen van bouwheer, bouwplaats en bouwprogramma verhinderen een volledige stroomlijning van het bouwproces. De bouwsector is daarom niet produktgebonden, maar projectgebonden. Elk project vereist samenwerking en coördinatie tussen een groot aantal bouwpartners.

Wij concentreren ons in dit hoofdstuk op de bouw van gebouwen. Infrastructuren worden behandeld in II.10 Infrastructuren.

1.2 | Actoren in het bouwproces

De actoren in het bouwproces vormen de doelgroepen voor het milieu- en natuurbeleid. Een omschrijving van de actoren en hun onderlinge wisselwerking is essentieel voor een doelgericht beleid.

De vraagzijde

Het initiatief voor een bouwproject kan uitgaan van een particulier, een ondernemer of de overheid. Een ondernemer kan niet alleen optreden als opdrachtgever, maar ook als financier, makelaar of bouwpromotor. De overheid fungeert als opdrachtge-

ver voor overheidsgebouwen, sociale woningbouw en infrastructuurwerken. De opdrachtgever bepaalt, binnen de beperkingen die door de overheid opgelegd worden, de locatie en specifieert in het bouwprogramma impliciet of expliciet de kwaliteitseisen en de functionele randvoorwaarden van het project. Ruim 80 % van het gebouwenbestand in Vlaanderen wordt gerealiseerd op particulier initiatief (tabel 1). Zelfbouw en informele bouwcircuits spelen hierbij een niet te onderschatten rol.

Tabel 1: Aantal gebouwen in Vlaanderen.

	Woongebouwen		Niet-woongebouwen	
	1980	1991	1980	1991
Oppervlakte van de bebouwde percelen (ha)	102 066	133 987	31 661	49 451
Totaal aantal bestaande gebouwen	1 765 834	1 960 742	247 804	325 081
Nieuwbouw	22 869	23 531	3 428	5 617
Verbouwingen	9 573	8 850	3 668	3 144
Sloop	994	1 762	451	1 325
Verkoop	37 796	59 983	1 801	6 179
Initiatiefnemers nieuwbouw (procentueel)				
Partikulier initiatief	76,7	84,7	75,7	64,1
Overheidsinitiatief	14,1	0,1	5,3	2,7
Overige	9,2	15,2	19,0	33,2
Totaal	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*

Bron: NIS, Statistieken over bouwnijverheid en huisvesting; NIS, Financiële statistieken; Administratie van het kadaster.

De aanbodzijde

De eigenlijke bouwsector is georganiseerd volgens de opeenvolgende stappen in het bouwproces: ontwerp, constructie en sloop.

In een eerste stap vertalen architecten het bouwprogramma in een *ontwerp*. Zij leggen de klemtoon op de vormelijke en functionele aspecten. Voor de technische aspecten werken zij samen met ingenieurs en gespecialiseerde raadgevers, of laten zich door hen bijstaan. De wet legt architecten het statuut van vrij beroep op. Zij organiseren zich meestal in kleine architectenbureaus. De oprichting van de orde van de architecten versterkte dit individuele karakter van de ontwerperszijde.
De snelle evolutie in de gebouwentechniek vereist echter in toenemende mate technische ondersteuning van het vormgevingsproces. Deze rol wordt tegenwoordig vooral door de producenten van bouwmaterialen en door gespecialiseerde ingenieursbureaus vervuld. Een organisatiestructuur die vormgevingselementen en technische elementen van het ontwerp beter verenigt, kan in de toekomst de invoering van nieuwe technieken versnellen en zou de kwaliteit van het gebouwontwerp ten goede komen.

De *constructie* van het bouwproject gebeurt door aannemers van bouwwerken. De opsplitsing van deze bedrijfstak in aannemers van infrastructuurwerken, ruwbouwwerken of afbouwwerken geeft een idee van de constructie-activiteiten (tabel 2). De sterke specialisatie in deeltaken van het bouwproces resulteert in een groot aantal zelfstandigen en kleine bouwondernemingen. Meer dan 80 % van de bouwondernemingen telt minder dan 10 werknemers (tabel 2). Meestal reikt het kennisniveau van deze kleine bedrijven niet verder dan 'het traditionele bouwen'. Dit leidt tot een weigerachtige houding tegenover nieuwe eisen en nieuwe bouwtechnieken.

Tabel 2: Ondernemingen en tewerkstelling in de bouwsector in Vlaanderen.

	1990
Aantal zelfstandigen en helpers	26 186
Aantal arbeiders en bedienden	110 370
Aantal bouwondernemingen	16 354
Procentuele onderverdeling van de arbeiders en bedienden naar aard van de bouwonderneming	%
Infrastructuurwerken (NACE 502)	17,4
Ruwbouwwerken (NACE 501)	40,8
Installatiewerken (NACE 503)	16,8
Afbouwwerken (NACE 504)	25,0
Totaal	*100,0*
Procentuele onderverdeling van de bouwondernemingen naar aantal arbeiders/bedienden (Belgische cijfers)	%
1-9	83,0
10-99	16,5
100-999	0,5
Totaal	*100,0*

Bron: Statistiek van de personen die onder de toepassingen vallen van het sociaal statuut van de zelfstandigen, Jaarverslag RSZ, Serv-studiecommissie Maris.

Bij de constructie van gebouwen wordt een breed scala aan materialen gebruikt. Tot de toeleveringsbedrijven van de bouwsector rekenen we:

- de winning van natuursteen en andere niet-metaalhoudende mineralen;
- de houtnijverheid;
- de kleinijverheid en keramieknijverheid;
- de cementnijverheid;
- de betonindustrie en betoncentrales;
- de staal- en non-ferronijverheid;
- de producenten van metaal- en kunststoftoebehoren voor de bouwnijverheid;
- de producenten van bitumineuze materialen;
- de producenten van verf en houtbeschermingsmiddelen, isolatiemateriaal, voegdichtingen, enz.;
- de producenten van bouwmachines.

Deze toeleveringsbedrijven zijn meestal groter en beter gestructureerd dan de architectenbureaus en de aannemersbedrijven. Ze spelen via voorlichting en commercieel gekleurde informatie een belangrijkere rol dan hun toeleveringskarakter laat vermoeden.

Gespecialiseerde aannemers zorgen voor de *sloop* van bouwwerken. Recent ontwikkelde zich voor de recyclage van de steenfractie van het bouw- en sloopafval een aantal recyclagebedrijven. Voor de recyclage van isolatiematerialen zijn initiatieven in de opstartfase.

1.3 | Situatieopname van het gebouwenbestand

Bouwwerken hebben een lange levensduur. Aanpassingen in de ontwerpstrategie of verbeteringen van de bouwfysische en installatietechnische kwaliteit van nieuwe bouwwerken hebben in de beginfase daarom maar een klein effect op het gebruik van milieu- en natuurbronnen. Wat nu gebouwd wordt, bepaalt wel in belangrijke mate hoe onze gebouwde omgeving er in de volgende eeuw zal uitzien.

Dynamiek in het gebouwenbestand

Bij het ontwerp van een gebouw worden een aantal functionele en technische eisen in het bouwprogramma vastgelegd. Deze eisen evolueren in functie van de maatschappelijke en technische ontwikkelingen. Zo beïnvloeden de stijgende mobiliteit en de gezinsverdunning de functionele eisen die aan een woning worden gesteld (belang van een autobergplaats, uitrusting van keuken en badkamer, onderhoudsvriendelijkheid van het gebouw).
De tijdsspanne waarin het gebouw aan de evoluerende functionele en technische eisen beantwoordt, wordt de *functionele levensduur* genoemd. Bij woningen bedraagt de functionele levensduur ongeveer één woongeneratie (20-25 jaar).
De *technische levensduur* van een gebouw eindigt bij de afbraak. Door de hoge stabiliteits- en veiligheidseisen aan de draagstructuur van elk gebouw, is deze technische levensduur relatief lang (80 tot 100 jaar).
De discrepantie tussen de functionele en de technische levensduur van een gebouw kan opgevangen worden door verhuizing, vernieuwbouw, nieuwbouw na sloop, of uitbreiding van het gebouwenbestand.

Tabel 3: Ouderdomsverdeling van het woningenbestand.

		1970	1981	1990	Prognose 2000
Aantal woningen		1 694 415	1 961 481	2 141 557	2 200 000
Bouwjaar	< 1919	430 177	341 179	242 079	150 000
	1919-1945	495 214	462 037	316 964	250 000
	1946-1961	412 546	409 863	435 192	400 000
	1962-1970	330 899	338 942	282 572	270 000
	1971-1980	.	383 952	395 746	390 000
	1981-1990	.	.	230 790	230 000
	1991-2000	.	.	.	260 000

Bron: NIS, Woningtellingen.

Elk jaar wordt 4 à 5 % van het woningenbestand gebouwd, verbouwd of verkocht (tabellen 1 en 3). Dit volstaat om de langzame maatschappelijke evolutie op te vangen. De snelle technologische evolutie kan echter alleen op een economisch haalbare wijze gevolgd worden door verbouwing en renovatie.

Technische kwaliteit van woongebouwen

Als indicatoren voor de technische kwaliteit van een woning bekijken we het *wooncomfort*, het *thermisch comfort*, de *binnenluchtkwaliteit*, het *akoestisch comfort* en de *aansluiting op nutsvoorzieningen*.

Wooncomfort . Een volledige sanitaire uitrusting (aansluiting op het waterleidingnet, toilet met waterspoeling binnen de woning en afzonderlijke badkamer of stortbad) en centrale verwarming (c.v.) zijn in één woongeneratie gemeengoed geworden (tabel 4). Beide elementen dragen immers zo sterk bij tot het wooncomfort dat ze ook zonder externe stimulansen gerealiseerd worden.

Tabel 4: Procentuele verdeling van het wooncomfort in de bestaande woningen.

	1970	1981	1990
Sanitair comfort en centrale verwarmingsinstallatie	23	48	58
Sanitair comfort	17	22	28
Zonder sanitair comfort	60	30	14
Totaal	*100*	*100*	*100*

Bron: NIS, Woningtellingen.

Nieuwbouwwoningen worden bijna algemeen (96 %) met een c.v.-installatie uitgerust. Als brandstof voor gebouwenverwarming wordt in toenemende mate aardgas gebruikt, het aandeel van steenkool neemt snel af. Deze evolutie illustreert scherp de korte functionele levensduur van de uitrusting van een woning (tabel 5). Slechts 25 à 30 % van de verkochte aardgas- of stookolieketels wordt overigens in een nieuwbouwwoning geplaatst.[1] Energiezuinige woningen vereisen een verwarmingsinstallatie met klein vermogen, kleine traagheid en zeer goede regeling. De installatie moet immers een kleine en sterk schommelende energievraag op de voet kunnen volgen.

Tabel 5: Procentueel aandeel van de verschillende brandstoffen voor het verwarmen van woningen.

Brandstof	1970	1981	1990
Stookolie	33,4	46,5	41,5
Steenkool	55,6	15,7	9,5
Aardgas	8,4	31,4	38,1
Elektriciteit	0,5	..	7,2
Overige	2,1	..	3,7
Totaal	*100,0*	*100,0*	*100,0*

Bron: NIS, Woningtellingen.

Thermisch comfort. De vraag naar beter thermisch comfort en de opeenvolgende energiecrisissen brachten een technologische evolutie naar een hogere isolatiekwaliteit op gang. De evolutie in het *peil van globale warmte-isolatie* (K-peil) van woningen gebeurde stapsgewijs: midden jaren zestig werd dubbele beglazing populair (K120), in de jaren zeventig volgde de dakisolatie (K90), en in de jaren tachtig ook de wand- en vloerisolatie (K70). Deze evolutie wordt versterkt door het Vlaamse isolatiedecreet dat sinds 1 september 1993 een K55-peil voor nieuwbouwwoningen voorschrijft. De evolutie van het geschatte K-peil van de nieuwbouwwoningen en het gemiddelde K-peil van het totale woningenbestand worden aangegeven in figuur 1. Op de bouwmarkt worden nu al K30-woningen aangeboden. Prototypes van een K20-woning bevinden zich in de testfase.

Met het verloop van het K-peil in functie van het bouwjaar en de ouderdomsverdeling van het woningenbestand (tabel 3) raamden we het K-peil van het totale woningenbestand. Deze raming werd getoetst aan de resultaten van de woningtelling 1981 (tabel 6). De schatting voor het jaar 2000 veronderstelt een ongewijzigd bewonersgedrag en overheidsbeleid.

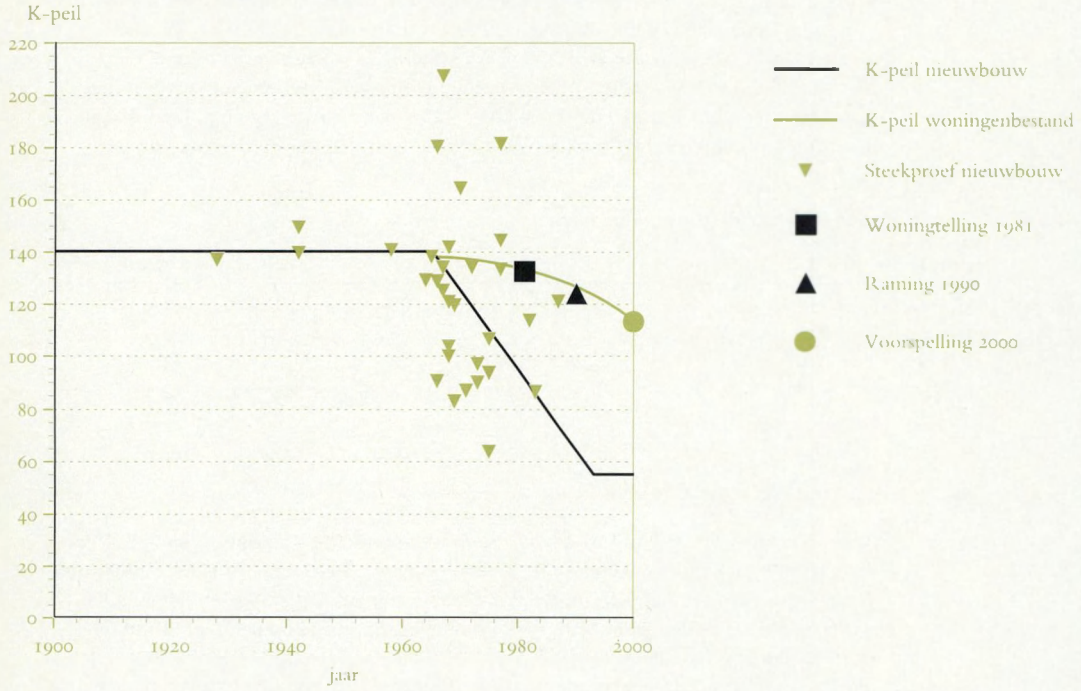
Tabel 6: Schatting van het gemiddelde isolatiepeil van het gebouwenbestand in 1981.

	Aantal woningen	K-peil (geschat)
Niet geïsoleerd	1 253 654	150
Dubbele beglazing	427 808	120
Ook dakisolatie	164 908	90
Ook wandisolatie	115 111	70
Totaal	*1 961 481*	*133*

Bron: NIS, Woningtelling 1981, en eigen berekening.

Binnenluchtkwaliteit[3]. De kwaliteit van de binnenlucht wordt bepaald door de aan- of afwezigheid van irriterende stoffen, ioniserende straling, toxische deeltjes of biologische verontreinigingen. Voor een verdere uitwerking van deze milieuverstoring verwijzen we naar IV.6 Bouwsector. Gegevens over de kwaliteit van de binnenlucht en de luchtdichtheid van woningen zijn zeer fragmentair. Eisen terzake ontbreken volledig.

Figuur 1: Verloop van het peil van globale warmte-isolatie.



Bron: KUL, Laboratorium bouwfysica[2].

Akoestisch comfort. Het geluidsdrukniveau in een ruimte en het akoestisch comfort dat hiermee samenhangt, wordt bepaald door de geluidsbronnen en door de luchtgeluids- en contactgeluidsisolatie van de wanden. Binnen zijn de buren en de technische uitrusting (liften, toiletten) de belangrijkste bronnen, buiten is dat het verkeer. Gegevens over de geluidsisolatie van woningscheidende wanden in bestaande woningen zijn in zeer beperkte mate beschikbaar. De gegevens die er zijn wijzen dikwijls op een onvoldoende akoestische isolatie.

Aansluiting op nutsvoorzieningen. Tabel 7 geeft een overzicht van de aansluiting op waterleidingsnet, het aardgasnet en het rioleringsstelsel. Elektriciteits- en waterdistributie dekken nagenoeg het hele grondgebied. Het aardgasnet blijft groeien. Mogelijkheid tot telefoonaansluiting en kabeldistributie zijn vrijwel algemeen. Ook het rioleringsstelsel wordt gestadig uitgebreid. De verspreide bebouwing maakt de aansluiting van alle woningen echter zeer duur. Cijfers over individuele afvalwaterzuiveringsinstallaties (septische put, ruimput) zijn niet beschikbaar.

Technische kwaliteit van niet-woongebouwen

Gegevens over de technische kwaliteit van niet-woongebouwen zijn uiterst schaars. Bij niet-woongebouwen als ziekenhuizen, kantoren en fabriekshallen kan de functionele levensduur teruglopen tot 5 à 10 jaar. Zowel de technische uitrusting (machinepark, operatiezalen, enz.) als de organisatievorm evolueren snel en brengen aanpassingen met zich mee die zo verregaande zijn dat sloop vaak economischer is dan verbouwing. Aanpasbaar ontwerpen biedt hier een oplossing.
Koeling en luchtbehandeling spelen bij niet-woongebouwen een belangrijke rol. Het

globale peil van warmte-isolatie is hier niet langer een goede indicator voor het energiegebruik.

Tabel 7: Procentuele aansluiting op nutsvoorzieningen.

	Nieuwbouw		Woningenbestand	
	1970	1990	1970	1990
Water	91,0	99,7	78,1	..
Aardgas	35,5	41,5	41,4	..
Aardgas voor verwarmen	..	..	8,4	38,1
Elektriciteit voor verwarmen	..	..	0,5	7,2
Riolering	72,9	87,9	74,1	..

Bron: NIS, Statistieken over bouwnijverheid en huisvesting (nieuwbouw België); NIS, Woningtelling (woningenbestand).

1.4 | Evolutie in de bouwsector

De bouwsector evolueert onder invloed van de Europese regelgeving naar een betere kwaliteitsbeheersing. De technologische evolutie kenmerkt zich door specialisatie en industrialisatie.

Afhankelijkheid van internationale ontwikkelingen

De nationale en gewestelijke regelgeving wordt in toenemende mate gestuurd door een *Europees regelkader*[4]. Harmonisatie van de nationale regelgevingen gebeurt op basis van *prestatie-eisen* die per definitie niet gebonden zijn aan een produkt-, constructie-, of materiaaltoepassing.
Bouwprodukten en bouwwerken worden hierbij getoetst aan eisen inzake:

- mechanische sterkte en stabiliteit;
- brandveiligheid;
- hygiëne, gezondheid en milieu;
- gebruiksveiligheid;
- geluidshinder;
- energiebesparing en warmtebehoud.

De bestekbeschrijving in de vorm van prestatie-eisen wint dan ook veld ten opzichte van de traditionele bestekbeschrijving in de vorm van uitgewerkte constructie-oplossingen en tekeningen. Dit heeft ingrijpende gevolgen voor het bouwproces: door de aandacht voor prestaties treden kwaliteitsconcurrentie en kwaliteitscontrole op de voorgrond. Het prestatieconcept kan zo een belangrijke stimulans worden voor kwaliteitsbeheersing en kwaliteitsgarantie in de bouwsector. De overheid werkt echter nog steeds met de traditionele bestekbeschrijving.

Functionele evolutie

De comforteisen en de functionele eisen worden scherper. Dit vertaalt zich in een meer prestatiegerichte bouwtechnologie en in de inbouw van complexer wordende installaties. Gebouwen worden in toenemende mate aangesloten op digitale datatransmissienetwerken.

Technologische evolutie

Het arsenaal aan bouwmaterialen wordt steeds uitgebreider en diverser. Traditionele bouwmaterialen worden aangepast aan nieuwe prestatie-eisen. Hierbij worden ook specifieke bouwelementen voor een gespecialiseerde toepassing geïntroduceerd (schoorsteenelementen, sanitaire blokken, sandwichdakplaten, enz.). Deze evolutie kadert in een industrialisatieproces waarbij de toeleveringsindustrie steeds meer overstapt van een materiaalgericht naar een systeemgericht denken. De ontwikkelde

bouwsystemen en constructiedelen worden in toenemende mate geprefabriceerd.

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

Duurzaam bouwen is een kwalitatief hoogstaand bouwwerk realiseren dat tijdens de constructie-, gebruiks- en sloopfase een minimale milieuverstoring oplevert. Dit vereist een integrale aanpak van het bouwproces waarbij de activiteiten van alle actoren kritisch bekeken worden op hun gebruik van milieu- en natuurbronnen. Het zwaartepunt van duurzaam bouwen situeert zich binnen deze cyclus in de ontwerpfase. Het gebruik van milieu- en natuurbronnen tijdens de gebruiksfase van een bouwwerk wordt grotendeels daar vastgelegd.

We bestuderen achtereenvolgens het ruimtegebruik als gevolg van de locatiekeuze en het energie-, water- en grondstoffengebruik dat medebepaald wordt door het ontwerp van de gebouwen.

2.1 | Ruimtegebruik als gevolg van locatiekeuze

Wonen, werken en leven vergt een technische infrastructuur. Gebouwen worden hierbij ingeschakeld in een geheel van netwerken: ze worden aangesloten op het wegen- en rioleringsnet, op het energie- en waterdistributienetwerk, op informatie- en communicatiekanalen. Deze basisinfrastructuur resulteert onvermijdelijk in *ruimtebeslag*. Een verspreide bebouwing verhoogt niet alleen de kostprijs voor de aanleg van deze netwerken, maar verhoogt ook hun ruimtebeslag. Nieuwe gebouwen op dit netwerk aansluiten, intensifieert de stromen in het netwerk: de activiteiten die er zich in afspelen, genereren immers een stroom van verkeer, goederen, afval enz..

De locatiekeuze voor een bouwproject gebeurt binnen de grenzen die door de stedebouwkundige voorschriften worden aangegeven. Dit planologisch kader evolueert in de richting van een optimale vrijwaring van de open ruimte. Restauratie, vernieuwbouw, sanering, onderhoud van het bestaande gebouwenpark en nieuwbouw na sloop zijn de elementen die de bouwsector kan aanreiken om deze planologische doelstelling te helpen realiseren.

2.2 | Gebruik van milieubronnen als gevolg van het ontwerp

In deze paragraaf analyseren we de impact van ontwerpopties op het gebruik van milieu- en natuurbronnen. De bouwkundige opties die tijdens de ontwerpfase genomen worden bepalen in hoge mate *het energie-, water- en grondstoffengebruik* tijdens de daaropvolgende constructie- en gebruiksfase van het bouwwerk. Bij de analyse beperken we ons tot woongebouwen omdat alleen daarvoor bruikbare gegevens beschikbaar zijn.

Energiegebruik

Wonen impliceert energiegebruik. We gebruiken energie voor verwarmen, produktie van warm water, koken, verlichting, elektrische huishoudapparaten (diepvriezer, oven, enz.). Verwarmen en de produktie van warm water staan samen in voor gemiddeld 85 % van het totale energiegebruik in een woning. Het totaal Vlaams huishoudelijk energiegebruik in 1990 bedroeg 184,2 PJ.

Tabel 8: Procentuele opsplitsing van het huishoudelijk energiegebruik naar toepassing en energiedrager (1990).

	Electriciteit	Aardgas	Stookolie	Andere	Totaal
Verwarmen	2,8	26,2	37,2	8,7	74,9
Produktie warm water	2,4	4,8	3,3	1,3	11,8
Koken	1,3	1,4	0,0	1,2	3,9
Andere	8,0	0,0	0,6	0,8	9,4
Totaal	14,5	32,4	41,1	12,0	100,0

Bron: CES[5].

Het *energiegebruik voor verwarmen* wordt door vijf onafhankelijke parameters bepaald:

- het bewonersgedrag (interne vrije warmtewinsten, instelling en regeling van de binnentemperaturen, piekventilatie);
- de isolatiekwaliteit van de gebouwschil (de geleidingsverliezen);
- de luchtdichtheid en de ventilatievoorzieningen (de ventilatieverliezen);
- de benutting van zonne-inval (de zonnewinsten);
- de verwarmingsinstallatie.

Het *bewonersgedrag* bepaalt de netto energievraag voor verwarmen. De *geleidingsverliezen* dalen bij stijgende isolatiekwaliteit van de gebouwschil. De *ventilatieverliezen* dalen bij dalend ventilatievoud. Bij stijgende isolatiekwaliteit, worden de ventilatieverliezen relatief belangrijker en neemt het belang van een correcte beheersing van de basisventilatie toe. De passieve benutting van zonne-energie via optimale oriëntatie van de glasvlakken, nieuwe beglazingssystemen of transparante isolatie maximaliseert de *zonnewinsten*. De bruto energievraag voor het verwarmen van gebouwen wordt bepaald door het rendement van de *verwarmingsinstallatie*.

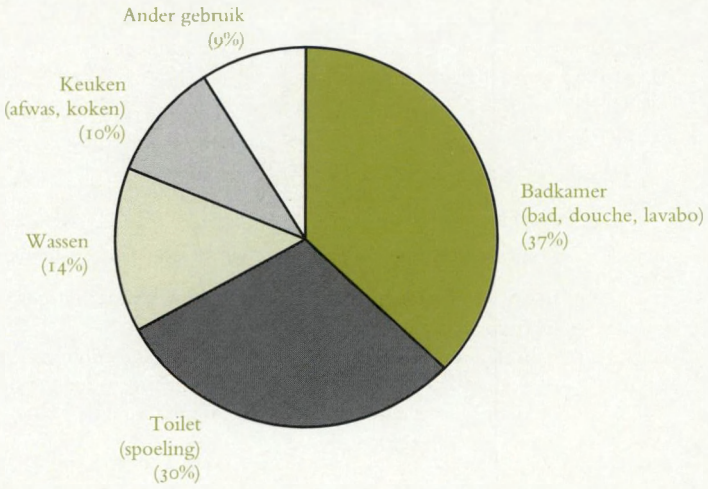
Al deze ontwerpaspecten bieden op het eerste gezicht ruime mogelijkheden voor de reductie van de energievraag. Uit onderzoek blijkt echter dat het verband tussen energievraag en de thermische kwaliteit van de gebouwschil minder uitgesproken is dan de fysische achtergrond laat vermoeden. Bij hoge thermische isolatiekwaliteit zijn de verwarmingskosten immers zo laag dat *bewoners* ertoe neigen strengere comforteisen te stellen. Lage thermische isolatiekwaliteit wordt daarentegen gecompenseerd door zeer zuinig verwarmen om de stookkosten niet al te hoog te laten oplopen.

Watergebruik

In Vlaanderen wordt per inwoner dagelijks ongeveer 120 liter water gebruikt in het huishouden (figuur 2)[6]. De verdeling van dit gebruik over leidingwater, putwater en regenwater is onbekend.

In principe is alleen voor het watergebruik in de keuken drinkwaterkwaliteit vereist. Regenwater is voor de overige toepassingen een goed alternatief. Het is, in tegenstelling tot het meeste drinkwater, zacht en dus zeer geschikt om te wassen. Regenwatervoorziening vergt echter een belangrijke investering in uitrusting en onderhoud. Deze investeringen worden door de overvloedige en goedkope beschikbaarheid van centraal behandeld zuiver water ongewild ontmoedigd. Nochtans beschikten 53 % van de huishoudens in 1981 over een regenwaterreservoir. Betrouwbare cijfers over het effectieve gebruik van regenwater voor de verschillende toepassingen zijn echter niet beschikbaar.

Figuur 2: Procentuele opsplitsing van het huishoudelijk watergebruik naar toepassing (1991).



Bron: STEM[7] (geaggregeerde cijfers).

Grondstoffengebruik

De NIS-statistieken over het grondstoffengebruik in de bouwsector zijn zeer fragmentair. Alleen bedrijven met meer dan 10 werknemers zijn erin opgenomen, dit is minder dan 17 % van alle bedrijven (tabel 2). Het aantal gerubriceerde bouwmaterialen is bovendien zeer beperkt.

Op basis van het aantal nieuwe en vernieuwde gebouwen schatten we het jaarlijks grondstoffengebruik voor gebouwen op 6,6 Mton. De steenfractie (beton en metselblokken) neemt hiervan zo'n 80 gewichtsprocent voor zijn rekening. Het grondstoffengebruik in de bouwsector bestaat dan ook hoofdzakelijk uit primaire winningsgrondstoffen (grind, zand, mergel -basisgrondstof voor cement- en klei). De restfractie is uiterst heterogeen: kunststoffen, metalen, produkten op basis van aardolie, hout, enz.. De hoeveelheden gerecupereerde materialen en hun aandeel in het totale grondstoffengebruik zijn onbekend.

Rationeel grondstoffengebruik is gebaseerd op het minimale gebruik van grondstoffen, het gebruik van vernieuwbare grondstoffen en een verstandig gebruik van de eindige grondstoffen. Recyclage is een vorm van verstandig gebruik van de eindige grondstoffen: het beperkt de hoeveelheid nieuwe grondstoffen en tegelijk ook de afvalstroom. Hout is de belangrijkste vernieuwbare bouwgrondstof, die echter voor het grootste deel wordt ingevoerd. Inlandse houtsoorten zijn immers ofwel te goed, ofwel niet goed genoeg als timmerhout. Daarenboven stellen zich bij nogal wat houtsoorten in ons vochtig, gematigd klimaat problemen van duurzaamheid. Houtbeschermingsprodukten dragen bij tot de verspreiding van gevaarlijke stoffen en bemoeilijken de recyclage van afvalhout.

2.3 | Constructie en renovatie

Betrouwbare schattingen voor het energie- en watergebruik tijdens de constructiefase, ontbreken.

Specifieke terminologie

- **Draagstructuur:**

het geheel van dragende elementen in een gebouw (betonnen kolommen en balken, staalskelet, dragend metselwerk, enz.)

- **Gebouwschil:**

het geheel van klimaat- en woningscheidende elementen in een gebouw (gevels, vloeren, wanden, daken, enz.).

- **Inbouw:**

het geheel van niet-dragende en niet-woningscheidende elementen in een gebouw (niet-dragende wanden, technische uitrusting, machinepark, enz.).

- **Ventilatievoud:**

aantal volumewisselingen per uur in een ruimte of gebouw. Het basisventilatievoud is het permanent gerealiseerd ventilatievoud. Het piekventilatievoud is een kortstondig gerealiseerd ventilatievoud (bv. door het openen van ramen, het aanzetten van dampkap of raamventilator).

- **Ruimput (bezinkput, Emscherput, Imhoffput):**

afvalwaterbehandelingstoestel met twee boven elkaar liggende vakken. De vaste stoffen uit het afvalwater bezinken in het bovenste vak (decantatievak) en verteren anaëroob in het onderliggende vak (gistvak). Een scheidingsinrichting belet dat het bezonken slib uit het gistvak naar het decantatievak terugstroomt.

- **Septische put:**

afvalwaterbehandelingstoestel met minstens twee naast elkaar liggende vakken: de vloeibaarmaker (anaërobe vertering) en de zuiveraar (oxydatie van de vloeistof uit de vloeibaarmaker).

- **Ondergrondse bevloeiingsinstallatie:**

een ondergronds net van draineerbuizen waarlangs het afvalwater in de grond gebracht wordt. Deze installatie werkt als een bacteriefilter en is geschikt als aanvullende zuivering van het behandelde afvalwater uit een ruimput of septische put.

- **Koudebrug:**

elk deel in de niet-doorzichtige gebouwenschil waar de plaatselijke warmtestroom beduidend hoger ligt dan het gemiddelde en waar aan de binnenkant de oppervlaktetemperaturen merkbaar lager liggen dan het gemiddelde. Kenmerkend voor koudebruggen is dat het warmtetransport er zich twee- of driedimensionaal ontwikkelt.

Referenties

1 FIGAS, Statistisch jaarboek van de gasnijverheid, Verbond der Gasnijverheid, Brussel, 1992.

2 Hens H., Ali Mohamed F., Thermal quality and energy use in the existing housing stock, CIB W64 Energy efficient buildings symposium, Stuttgart, 9-11 maart 1993.

3 Hens H., Onze Alma Mater, Leuvense Perspectieven 4 (1991), 285.

4 Richtlijn 89/106/EEG van de raad inzake voor de bouw bestemde produkten, Commissie van de Europese Gemeenschappen.

5 Cuypers C., Proost S., Van Regemorter D., De evolutie van het Belgisch eindenergiegebruik 1979-1991, Opvolging met behulp van een systeem van indicatoren, Rapport voor het Ministerie van Economische Zaken, Programma Energie, CES-KUL, 1992.

6 van den Ham E.R., Ackers J.G., Radon in het binnenmilieu, *Bouwfysica* 1 (1992), 21.

7 Janssens I., Verbruggen A., Rationeel watergebruik, inschatting van de mogelijkheden in de grote verbruikssectoren in Vlaanderen, STEM, 1993.

Begeleiders

C. De Pauw, F. Henderieckx, WTCB

F. de Sagher, M. Dillen, VCB

R. Teerlinck, Belconsulting N.V.

II.7 Overige nijverheid

B. Steyaert, J. Gauderis, DRI

1 | Beschrijving

Enkele nijverheidstakken met betekenisvolle milieu-impact, die nog niet behandeld zijn in andere hoofdstukken, komen hier aan bod:

- voedings- en genotmiddelennijverheid (NACE 41/42);
- textielnijverheid (NACE 43);
- niet-metaalhoudende mineralen (NACE 24);
- papiernijverheid (NACE 471 en 472);
- houtverwerkende nijverheid (NACE 46).

1.1 | Voedings- en genotmiddelennijverheid

Omlijning van de sector

De voedings- en genotmiddelennijverheid vervaardigt voedingsprodukten, dranken, dierenvoeders en tabakswaren. Ze omvat een grote verscheidenheid aan bedrijfstakken: plantaardige en dierlijke oliën en vetten, slachthuizen en vleesverwerking, zuivelwaren, verwerking van fruit en groenten, visverwerking, graanmolens, deegwaren, brood- en banketbakkerijen, suiker, chocolade en suikerwaren, dierenvoeder, andere voedingsprodukten (koffie, thee, mengsels voor de bereiding van pudding en cake, soepen, sauzen, e.d.), distilleerderijen, brouwerijen, soft drinks en mineraalwater en rookwaren.

Structuur van de sector

In 1990 werkten in de Vlaamse voedingsnijverheid ongeveer 55 000 mensen, die een jaarproduktie met een waarde van bijna 480 miljard BF voortbrachten (tabel 1). Daarmee is de voedingsnijverheid de tweede grootste verwerkende industrie in Vlaanderen. De voedingsnijverheid is een overwegend Vlaamse activiteit. Vlaanderen vertegenwoordigt ongeveer 70 % van de tewerkstelling en 80 % van de produktiewaarde van de Belgische voedingsnijverheid.

Tabel 1: Voedingsnijverheid in Vlaanderen (1990).

		Aandeel in de verwerkende nijverheid
Waarde produktie (miljard BF per jaar)	477	17 %
Waarde uitvoer (miljard BF per jaar)	179	10 %
Tewerkstelling	54 486	12 %

Bron: NIS.

De Vlaamse voedingsnijverheid voert ongeveer 40 % van haar produktie uit, wat in

1990 op een uitvoer van bijna 180 miljard BF neerkwam. Dit lijkt aanzienlijk, maar de uitvoerintensiteit in de voedingsnijverheid is daarmee veel kleiner dan in de totale verwerkende nijverheid (ongeveer 2/3) of in de chemische en metaalverwerkende industrieën (ongeveer 80 %). De meeste voedingsprodukten kunnen om technische en economische redenen niet over lange afstanden vervoerd worden. De bederfbaarheid van de produkten (bijvoorbeeld zuivelwaren en verse vleeswaren) en de lage verhouding van prijs ten opzichte van volume of gewicht (bijvoorbeeld bier) maken transport moeilijk en duur. Daarom zetten voedingsbedrijven hun produkten overwegend op de lokale markt af en is de internationale handel in voedingsprodukten eerder klein. In die omstandigheden is de uitvoerintensiteit van de Vlaamse voedingsnijverheid met 40 % relatief groot. Dit vloeit voort uit de kleine oppervlakte van Vlaanderen, de nabijheid van het buitenland en het zeer open karakter van de Vlaamse economie. Onder de bedrijfstakken in de voedingsnijverheid met een hoge uitvoerintensiteit bevinden zich enerzijds producenten van basisprodukten (plantaardige en dierlijke oliën en vetten, zetmeel), en anderzijds industrieën die in hoge mate bewerkte en minder aan bederf onderhevige voedingsprodukten vervaardigen (ingeblikte groenten, jam, chocolade, geprepareerde vleesprodukten).

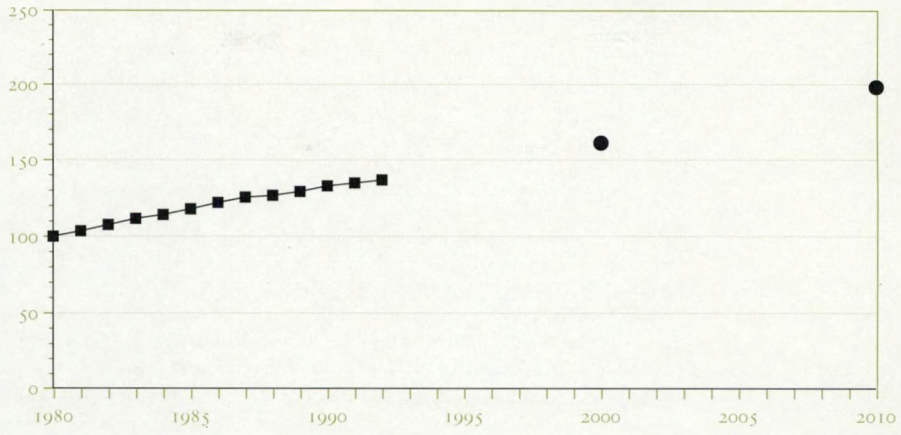
In volgorde van de produktiewaarde zijn de belangrijkste voedingsbedrijfstakken de vleesverwerkende industrie (slachthuizen inbegrepen), de zuivelindustrie, de dierenvoederindustrie, de suikerindustrie, en de plantaardige en dierlijke oliën- en vetten-industrie. Samen vertegenwoordigen ze bijna 60 % van de produktiewaarde van de Vlaamse voedingsnijverheid. Gemeten volgens tewerkstelling ziet het lijstje er vrij verschillend uit: de bakkerijsector, de vleesverwerkende industrie, de brouwerijsector, de fruit- en groenteverwerkende industrie en de zuivelindustrie, samen verantwoordelijk voor bijna 70 % van de tewerkstelling.

De produktie van voedingsprodukten is geografisch en economisch weinig geconcentreerd. In de meeste sectoren zijn de vestigingen gemiddeld klein en aardrijkskundig gelijkmatig verspreid. Uitzondering daarop vormen de sectoren die basisprodukten maken (suiker, plantaardige en dierlijke vetten, zetmeel) en de brouwerijsector.

Ontwikkelingen van de economische activiteit

Tussen 1980 en 1992 groeide de produktie van de voedingsnijverheid met ongeveer 35 %, of 2,5 % per jaar (figuur 1). Dit is iets sneller dan het gemiddelde voor de totale verwerkende nijverheid. Tot 2010 wordt een groei van ongeveer 2 % per jaar verwacht. Om een idee te kunnen vormen van de toekomstige produktietrends van de voedingsnijverheid (alsook voor de textielnijverheid, de papier- en kartonnijverheid en de houtnijverheid) gebruiken we de volgende methode. Eerst werd de statistische relatie berekend tussen de produktie van de Vlaamse nijverheid en die van de vier grootste Europese economieën, namelijk Duitsland, Frankrijk, Italië en het Verenigd Koninkrijk. Er bestaat een goede relatie, enerzijds omdat de Vlaamse nijverheid zeer open is en een belangrijk deel van haar produktie in de buurlanden afzet, en anderzijds omdat de economische ontwikkelingen in de verschillende Europese landen vrij gelijklopend zijn. DRI maakt voor een aantal industrietakken in deze vier landen voorspellingen gebaseerd op een industriemodel. Met behulp van deze voorspellingen en de geschatte relatie tussen de Vlaamse en de Europese produktie kunnen er voorspellingen voor de Vlaamse nijverheid gedaan worden.

Figuur 1: Produktie van de voedingsnijverheid (index 1980=100).



Bron: NIS, prognose DRI.

1.2 | Textielnijverheid

Omlijning van de sector

De textielnijverheid verwerkt natuurlijke vezels (katoen, wol) of kunststofvezels (zoals nylon, acryl, viscose, polyester) tot draad en geweven, getufte of gebreide stoffen. Een deel van de produkten van de textielnijverheid is bestemd voor onmiddellijk gebruik: tapijten en vloerbekleding, zetelzittingen, breiwol. De rest wordt afgezet bij de confectienijverheid voor verdere verwerking. De produktie van textielartikels omvat mechanische activiteiten zoals het kaarden, spinnen, weven, breien en tuften; en fysico-chemische processen bij de textielveredeling waaronder voorbehandelingen zoals het ontsterken en bleken, het verven en drukken en nabehandelingen zoals het waterdicht maken.

Structuur van de sector

De textielnijverheid is zeer sterk ontwikkeld in Vlaanderen. In 1991 produceerde ze goederen ter waarde van bijna 213 miljard BF en stelde bijna 42 000 mensen tewerk (tabel 2). In 1990 produceerde de textielindustrie voor een waarde van bijna 190 miljard BF en stelde ongeveer 36 000 mensen tewerk. Daarmee stond ze in voor 6 % van de produktiewaarde van de verwerkende nijverheid, en zelfs voor 10 % van de tewerkstelling. Deze verhoudingen zijn hoger dan in alle andere landen van de Europese Unie behalve Italië. In België is de textielproduktie een Vlaamse specialiteit. Vlaanderen vertegenwoordigt ongeveer 85 % van de produktiewaarde en de tewerkstelling van de Belgische textielnijverheid.

Tabel 2: Textielnijverheid in Vlaanderen (1990|1991).

	1990	Aandeel in de verwerkende nijverheid	1991
Waarde produktie (miljard BF per jaar)	189	6 %	213
Waarde uitvoer (miljard BF per jaar)	121	7 %	174
Tewerkstelling (30 juni 1992)	43 015	10 %	[a]41 602

[a] *De tewerkstelling in 1992 wordt geschat op 39 106 door Febeltex.*

Bron: NIS, Febeltex.

De Vlaamse textielnijverheid voert ongeveer 80 % van haar produktie uit. De uitvoerintensiteit ligt daarmee hoger dan het gemiddelde van de totale verwerkende nijverheid. De textielindustrie voert haar grondstoffen (vooral wol en katoen) in.

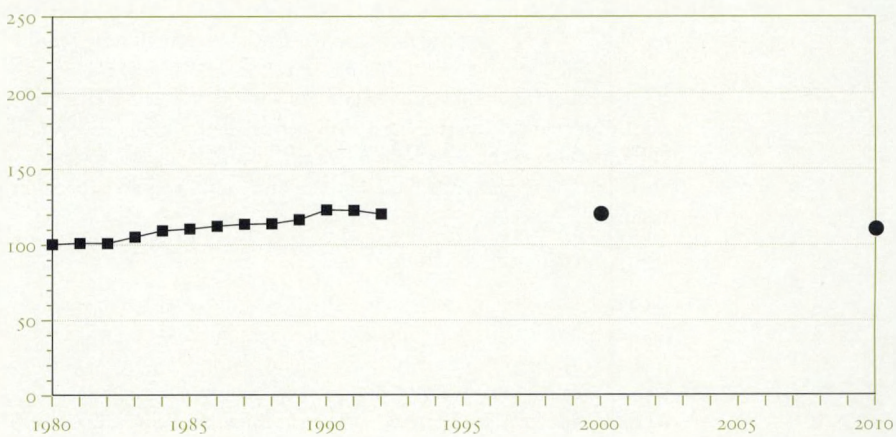
De belangrijkste bedrijfstakken binnen de textielnijverheid zijn de tapijtindustrie en de katoenindustrie. De textielnijverheid is aardrijkskundig zeer geconcentreerd. Wel 95 % van de activiteiten is gevestigd in West- of Oost-Vlaanderen. De belangrijkste concentraties zijn de regio's rond Kortrijk en Gent.

Ontwikkeling van de economische activiteit

Tussen 1980 en 1992 groeide de produktie van de textielnijverheid in Vlaanderen met ongeveer 20 %, of 1,5 % per jaar (figuur 2). Daarmee liep de groei beduidend achter op die van de totale verwerkende nijverheid.

De textielnijverheid is arbeidsintensief en dus kwetsbaar voor concurrentie van lageloonlanden. De verdere opening van de Westeuropese markten voor de Oosteuropese landen en de ontmanteling van het Multivezelakkoord overeengekomen in de recent afgesloten GATT-onderhandelingen zullen die concurrentie in de toekomst nog verscherpen. Enkel de sterkste onderdelen van de Vlaamse textielnijverheid (tapijten, industrieel textiel) zullen hun groeipad kunnen aanhouden. De activiteit van de Vlaamse textielnijverheid wordt verwacht te stagneren en na 2000 zelfs te dalen. De vooruitzichten voor de produktie zijn op dezelfde manier berekend als in figuur 1 (voedingsnijverheid).

Figuur 2: Produktie van de textielnijverheid (index 1980=100).



Bron: NIS, prognose DRI.

1.3 | Niet-metaalhoudende mineralen

Omlijning van de sector

De sector van de niet-metaalhoudende mineralen vervaardigt bouwmaterialen (cement, beton, baksteen), glas (bouwglas, autoglas, verpakkingsglas, tafelglas) en keramische produkten (hittebestendige tegels, siertegels, potten). De belangrijkste toeleveranciers van de sector zijn groeven en cementfabrieken. Een belangrijk

gemeenschappelijk kenmerk van de produktieprocessen in deze bedrijfstakken is het gebruik van ovens (steenbakkerijen, glas, keramiek). De produkten worden vervaardigd door het bakken of smelten van grondstoffen.

Structuur van de sector

De sector van de niet-metaalhoudende mineralen stelde in 1990 ongeveer 18 000 mensen tewerk, die een produktie ter waarde van 75 miljard BF voortbrachten (tabel 3).

Slechts een derde van de produktie van de sector van niet-metaalhoudende mineralen wordt uitgevoerd. Bouwmaterialen, die het grootste deel van de produktie van de sector uitmaken, zijn zwaar en volumineus en hebben een lage verhouding van waarde tot gewicht. Zelfs voor korte afstanden kunnen de vervoerskosten te hoog oplopen. De produktiebedrijven zijn daarom dicht bij de vraag gevestigd en zetten het grootste deel van hun produktie in de onmiddellijke nabijheid van de fabriek af. In enkele segmenten, met name glas en keramiek, is de uitvoerintensiteit hoog. Deze bedrijfstakken vervaardigen ook produkten met een hoge waarde, die internationaal verhandeld worden.

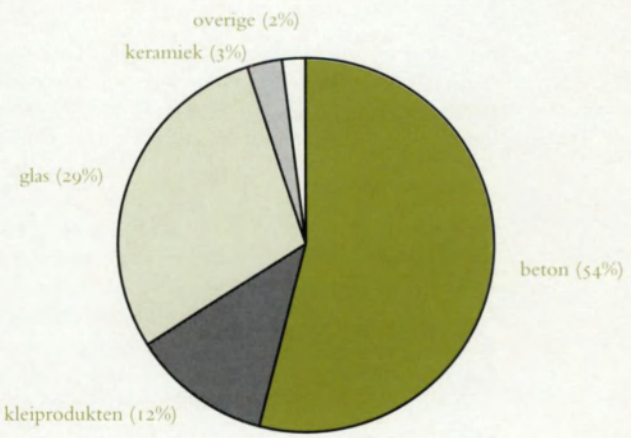
Tabel 3: Sector van de niet-metaalhoudende mineralen in Vlaanderen (1990).

		Aandeel in de verwerkende nijverheid
Waarde produktie (miljard BF per jaar)	75	3 %
Waarde uitvoer (miljard BF per jaar)	28	2 %
Tewerkstelling	17 810	4 %

Bron: NIS.

De grootste bedrijfstakken in de Vlaamse sector van niet-metaalhoudende mineralen zijn de betonindustrie (54 % van de totale produktiewaarde van de sector in 1990), de glasindustrie (29 %) en de steenbakkerijsector (12 %). Ze vertegenwoordigen samen bijna 95 % van de tewerkstelling en de produktiewaarde (figuur 3). Op één vestiging na (namelijk van CBR in Gent) is de cementindustrie geheel afwezig.

Figuur 3: Aandeel van subsectoren in de produktiewaarde van de niet-metaalhoudende mineralen in Vlaanderen (1990).



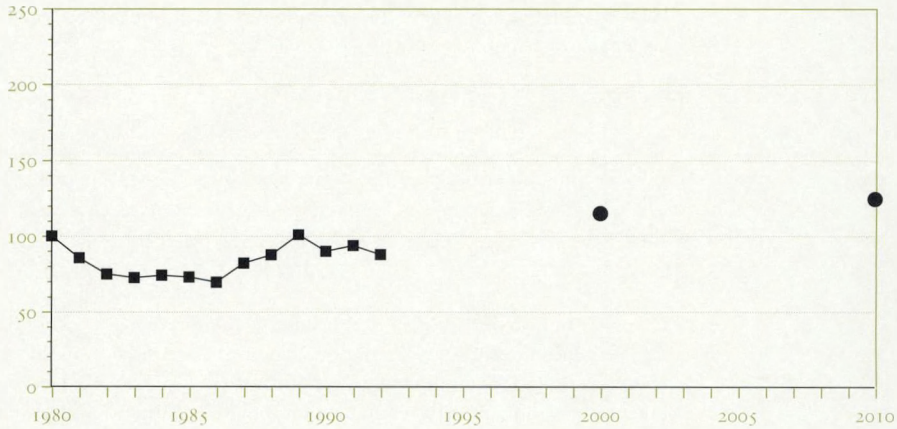
Bron: NIS.

De produktie van beton is geografisch gespreid, aangezien het onrendabel is beton over langere afstanden te vervoeren. De glasindustrie is geconcentreerd in de omgeving van Mol. De steenbakkerijsector is verspreid over heel Vlaanderen, met een concentratie in West-Vlaanderen.

Ontwikkeling van de economische activiteit

Het grootste deel van de produktie bestaat uit bouwmaterialen en de sector is dus zeer afhankelijk van de conjunctuurgevoelige bouwactiviteit. De produktie daalde fors tijdens de recessie van 1981 en 1982, herstelde in de tweede helft van de jaren tachtig, en begon opnieuw te dalen na 1990 door de groeivertraging en de recessie. Het basisscenario[4] voorziet een bescheiden groei van de sector, met 2,4 % tot 2000 en met 0,8 % daarna (figuur 4).

Figuur 4: Produktie van de sector van de niet-metaalhoudende mineralen (index 1980 = 100).



Bron: NIS, prognose DRI.

1.4 | Papiernijverheid

Omlijning van de sector

De papiernijverheid bestaat uit twee segmenten. De pulp- en papierindustrie verwerkt hout tot pulp en vervolgens de pulp tot papier en karton. De papierverwerkende industrie maakt uit papier en karton afgewerkte produkten zoals schrijfpapier, verpakkingen, behangpapier, enz..

Structuur van de sector

De papiernijverheid in Vlaanderen realiseerde in 1990 een produktie ter waarde van ongeveer 80 miljard BF (tabel 4), waarvan 30 miljard door de papierbereiding en 50 miljard door de papierverwerking. COBELPA, dat 15 Belgische pulp- en papierfabrikanten (10 Vlaamse) vertegenwoordigt, beschikt over cijfers voor de sector van de pulp- en papierbereiding in België. De totale pulpconsumptie (geproduceerd in België of ingevoerd) bedroeg bijna 0,7 miljoen ton in 1992, waarvan 40 % mechanische pulp en 60 % chemische. Van de ongeveer 1,1 miljoen ton geproduceerd papier en karton vond in 1992 68 % een toepassing als schrijf- en drukpapier, 14 % als verpakkingsmateriaal en 9 % in huishoudelijk gebruik[1].

Tabel 4: Papiernijverheid in Vlaanderen (1990).

		Aandeel in de verwerkende nijverheid
Waarde produktie (miljard BF per jaar)	80	3 %
Waarde uitvoer (miljard BF per jaar)	47	3 %
Tewerkstelling	11 851	3 %

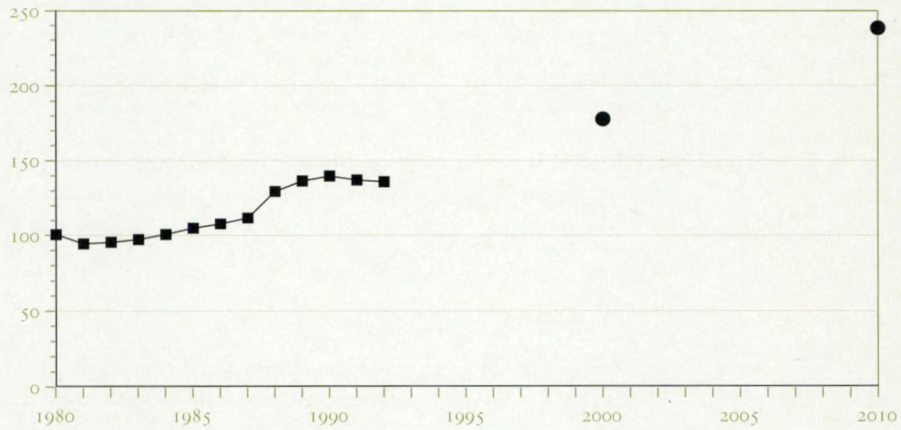
Bron: NIS.

De twee segmenten van de papiernijverheid hebben een zeer uiteenlopende structuur. De bereiding van papier is grootschalig en kapitaalintensief. Dit segment telt 10 vestigingen in Vlaanderen, die elk gemiddeld 300 mensen werk verschaffen. De waarde van de produktie per werknemer bedroeg ongeveer 10 miljoen BF in 1990. De industrie wordt gedomineerd door dochterondernemingen van buitenlandse groepen. De papierverwerking is een KMO-sector. Het aantal vestigingen is veel groter (100), de gemiddelde vestigingsgrootte veel kleiner (90 werknemers) en de produktie per werknemer veel lager (5 miljoen BF) dan in de papierbereiding.

Ontwikkeling van de economische activiteit

Tussen 1980 en 1992 groeide de produktie van de papiernijverheid met ongeveer 35 %, of 2,5 % per jaar. Na enige jaren van stagnatie tijdens de recessie van het begin van de jaren tachtig, kende de produktie een sterke stijging in de tweede helft van de jaren tachtig, onder meer door het in gebruik nemen van nieuwe capaciteit. De vraag naar papierprodukten groeit sneller dan de economie in haar geheel. Voor de toekomst wordt een groei van 3 % per jaar verwacht. De vooruitzichten voor de produktie zijn op dezelfde manier berekend als in figuur 1 (voedingsnijverheid) (figuur 5).

Figuur 5: Produktie papiernijverheid (index 1980=100).



Bron: NIS, prognose DRI.

1.5 | Houtverwerkende nijverheid

Omlijning van de sector

De houtverwerkende nijverheid omvat alle activiteiten waarbij hout behandeld wordt, vanaf de verwerking van ruw hout in zagerijen, tot de produktie van halffabrikaten als spaanplaten en vezelplaten, tot de assemblering van afgewerkte houten produkten als meubelen.

Structuur van de sector

De houtverwerkende nijverheid is sterk ontwikkeld in Vlaanderen. In 1990 werkten er ongeveer 26 000 mensen, die een produktie ter waarde van meer dan 100 miljard BF voortbrachten (tabel 5). Daarmee vertegenwoordigt de houtverwerking ongeveer 5 % van de Vlaamse verwerkende nijverheid, een hoog aandeel vergeleken met de meeste andere Europese landen. In België vormt de houtverwerking een Vlaamse specialiteit. Ongeveer 85 % van de produktiewaarde en tewerkstelling van de Belgische houtverwerking is in Vlaanderen gevestigd.

Tabel 5: Houtverwerkende nijverheid in Vlaanderen (1990).

		Aandeel in de verwerkende nijverheid
Waarde produktie (miljard BF per jaar)	105	4 %
Waarde uitvoer (miljard BF per jaar)	45	3 %
Tewerkstelling	25 767	5 %

Bron: NIS.

Ongeveer de helft van de produktie wordt uitgevoerd. De uitvoerintensiteit is daarmee lager dan het gemiddelde voor de Vlaamse verwerkende nijverheid, maar hoog in vergelijking met de houtverwerkende nijverheid in andere Europese landen. De uitvoer is aan het begin van de jaren tachtig fors toegenomen.

De meubelindustrie en de plaatmaterialenindustrie zijn de belangrijkste deelsectoren. Ze nemen drie kwart van de produktie en de tewerkstelling in de Vlaamse houtverwerking voor hun rekening.

De houtverwerkende nijverheid is aardrijkskundig sterk geconcentreerd. Bijna de helft van de Vlaamse houtverwerking bevindt zich in West-Vlaanderen. De belangrijkste concentratie is de as Kortrijk-Brugge, waar een aantal internationaal zeer competitieve meubelbedrijven en toeleverende spaanplaatproducenten gegroepeerd zijn[2].

De Vlaamse houtverwerking is een typische KMO-sector. Geen enkel bedrijf telt meer dan 500 werknemers, en meer dan 60 % van de tewerkstelling situeert zich in bedrijven met minder dan 100 werknemers (bron: Febelhout). De relatief kleine omvang van de bedrijven volgt uit de afwezigheid van belangrijke schaalvoordelen, zeker in een modegebonden sector als de meubelindustrie. De gemiddelde tewerkstelling in de deelsector plaatmaterialen is hoger dan in de overige deelsectoren. De kapitaalintensiteit van het produktieproces (veelal massaproduktie) maakt het in deze sector wel mogelijk om schaalvoordelen te verwezenlijken.

Ontwikkeling van de economische activiteit

De houtverwerking is een conjunctuurgevoelige sector. Een groot deel van de vraag is gebonden aan bouw- en investeringsactiviteiten: meubilering van nieuwe woningen, kantoorinrichting, bouwelementen. In de eerste helft van de jaren tachtig stagneerde de produktie onder de algemene recessie. In de daarop volgende herstelfase genoot de sector een forse toename van de vraag, die weer afzwakte na 1990. Over de hele periode 1980-92 steeg de produktie met 35 %, of 2,5 % per jaar. Voor de toekomst is eenzelfde gemiddelde groeivoet vooropgesteld. Deze vooruitzichten zijn op dezelfde manier berekend als in figuur 1 (voedingsnijverheid) (figuur 6).

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

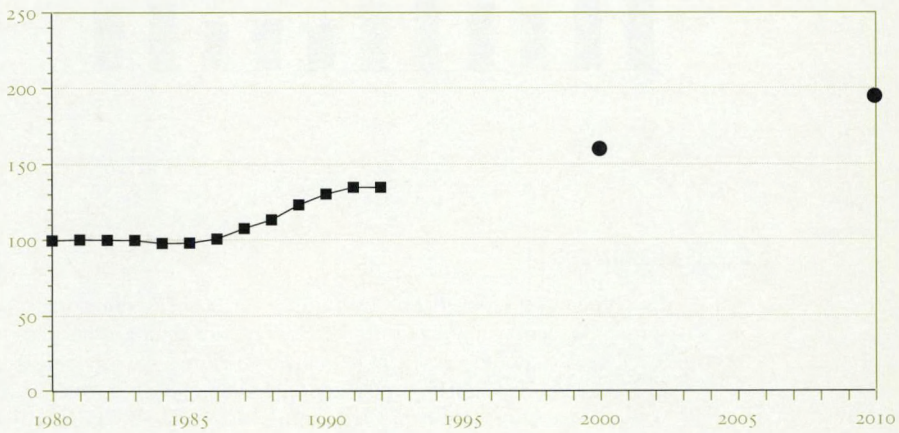
2.1 | Voedings- en genotmiddelennijverheid

De voedingsnijverheid produceert een breed gamma van produkten en gebruikt een

grote verscheidenheid aan processen. Niettemin delen de meeste processen enkele algemene kenmerken in hun gebruik van milieu- en natuurbronnen.

De voedingsnijverheid verwerkt landbouwprodukten en dierlijke produkten, zoals granen, maïs, suikerbieten, vlees en melk. De produktieprocessen gebruiken over het algemeen een grote hoeveelheid water en een bescheiden hoeveelheid energie. Het water wordt gebruikt bij het klaarmaken van de grondstoffen (spoelen, wassen, mengen) en het bereiden van de voedingsprodukten (koken). Energie is vooral nodig in de vorm van warm water of stoom, geproduceerd door de verbranding van fossiele brandstoffen in ketels. Sommige voedingsprodukten moeten gebakken worden, wat gebeurt in ovens gestookt met fossiele brandstoffen. De benodigde temperaturen zijn laag (meestal tussen de 100 en 200 °C) zodat het energieverbruik bescheiden blijft.

Figuur 6: Produktie houtverwerkende nijverheid (index 1980=100).

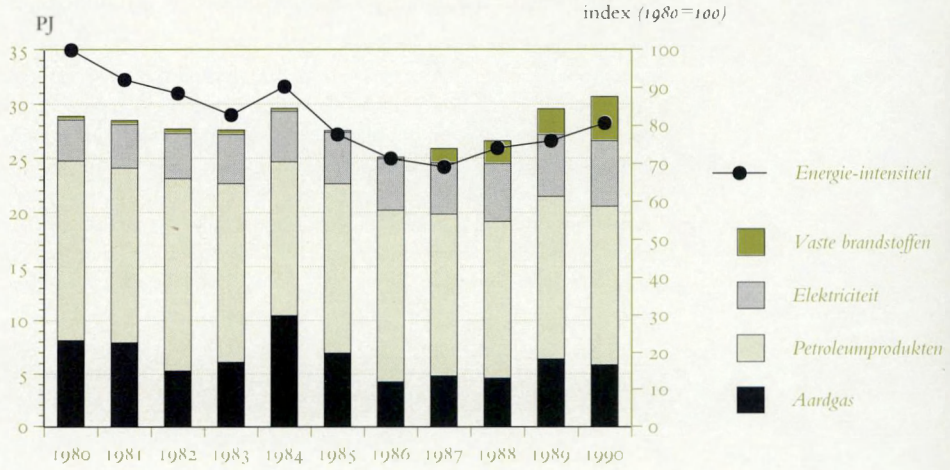


Bron: NIS, prognose DRI.

Het *energiegebruik* door de voedingsnijverheid in Vlaanderen volgde geen opwaartse trend tussen 1980 en 1990 (figuur 7), ondanks de gestage groei van de produktie over dezelfde periode. Aan de gestage daling van de energie-intensiteit, gemeten naar de hoeveelheid energie nodig per eenheid eindprodukt, kwam in 1987 een einde. Het aandeel van steenkool is in de jongste jaren fors gestegen. Steenkool wordt in slechts drie bedrijfstakken in de voedingsnijverheid gebruikt: de suikerindustrie, de plantaardige en dierlijke oliën- en vettenindustrie en de zuivelindustrie. Deze sectoren zijn samen met de brouwerijsector de belangrijkste energiegebruikers in de voedingsnijverheid.

De meest volledige gegevens over het *grondwaterverbruik* waarover AMINAL beschikt dateren van 1990. Binnen de sector overige nijverheid lag het grondwatergebruik veruit het hoogst in de voedingsnijverheid (27,7 miljoen m^3), gevolgd door de textielindustrie (7,1 miljoen m^3), de sector van de bouwmaterialen (2,4 miljoen m^3) en de papierindustrie (2,0 miljoen m^3). Cijfers van de VMM, die gebaseerd zijn op de lozingsvergunningen, laten toe een beeld te geven van het *totale waterverbruik* per bedrijfstype. In de voedingsindustrie ligt het waterverbruik per bedrijf het hoogst bij de margarineproducenten (2,5 miljoen m^3 per jaar), de suikerfabrieken (1,2 miljoen m^3), de zuivelfabrikanten (0,2 miljoen m^3) en de groenteconservenproducenten (0,2 miljoen m^3 per jaar)[3].

Figuur 7: Energiegebruik en index van de energie-intensiteit, voedingsnijverheid.



Bron: NIS.

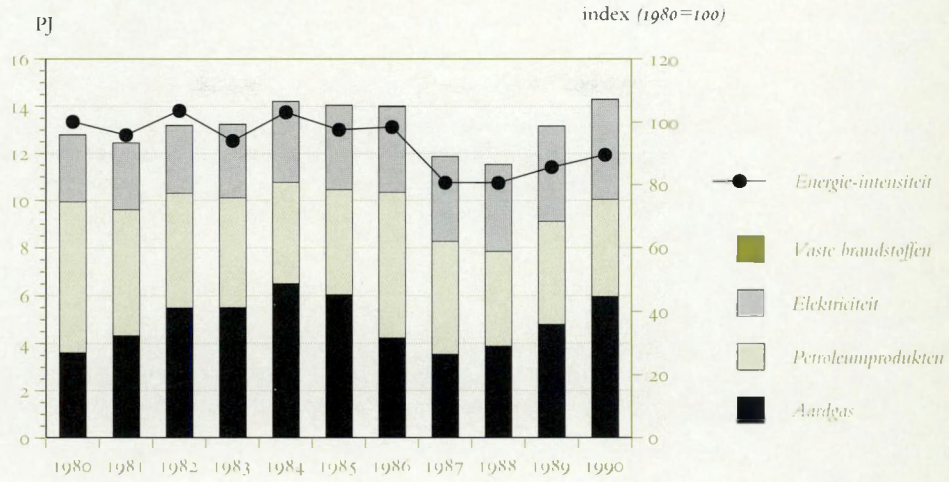
2.2 | Textielnijverheid

De textielnijverheid verwerkt natuurlijke vezels van dierlijke of plantaardige oorsprong (katoen, wol) en kunststofvezels vervaardigd uit aardoliederivaten (nylon, acryl, viscose, polyester). De fysico-chemische processen bij de textielveredeling omvatten voorbehandelingen (zoals ontsterken, reinigen, merceriseren, bleken), verven en drukken, en finishen (zoals o.a. het waterafstotend, krimpvrij, kreukherstellend, brandvertragend en rot- en schimmelwerend maken van het textiel). Deze processen vinden grotendeels plaats door onderdompeling in een bad dat water met opgeloste of gesuspendeerde chemicaliën bevat. Daarna wordt het textiel gedroogd of vindt er een volgende behandeling plaats. Er worden grote hoeveelheden water gebruikt om chemicaliën toe te voegen, om te spoelen en te wassen.

Energie is nodig in de vorm van warm water en warme lucht om te wassen en te drogen, en als elektriciteit om de machines aan te drijven. De afwerkingsstap is het meest energie-intensief omdat de weefsels tijdens de afwerkingsbehandelingen meermaals gewassen en gedroogd worden. Figuur 8 schetst het energiegebruik door de textielnijverheid in Vlaanderen tussen 1980 en 1990. De aandelen van de verschillende energiedragers volgen geen uitgesproken trends, behalve dan dat het aandeel van elektriciteit stelselmatig lichtjes groeit. Het verbruik van aardgas en petroleumprodukten schommelt van jaar tot jaar, vaak in tegengestelde richting. Beide brandstoffen zijn geschikt om in ketels warm water op te wekken en zijn substitueerbaar. Het verbruikspatroon van de industrie reageert merkbaar op relatieve prijswijzigingen. De energie-intensiteit van de textielproduktie is slechts licht afgenomen over de periode 1980-90.

Het *grondwaterverbruik* in de textielsector lag rond 7,1 miljoen m^3 in 1990. Per bedrijf lag het *totale waterverbruik* het hoogst in de wolwasserij (0,2 miljoen m^3 per jaar) en in de textielveredeling (ongeveer 0,1 miljoen m^3 per jaar).

Figuur 8: Energiegebruik en index van de energie-intensiteit, textielnijverheid.



Bron: NIS.

2.3 | Niet-metaalhoudende mineralen

De sector van de niet-metaalhoudende mineralen is energie- en grondstofintensief. Het gemeenschappelijke in de produktieprocessen van de sector is het op hoge temperatuur bakken of smelten van delfstoffen zoals zand, klei en kalksteen.

De grootste energiegebruiker van de sector van niet-metaalhoudende mineralen in Vlaanderen is de glasindustrie. Glas wordt gemaakt door een mengsel van grondstoffen (zand, en afhankelijk van de soort glas o.a. soda, dolomiet, kalk, klei) in een oven op hoge temperatuur (1 400-1 550 °C) te smelten tot een visceuse vloeiende massa. Het gesmolten glas wordt dan in vorm gegoten (holglas) of uitgespreid op een bad van vloeibaar tin (floatprocédé voor vlak glas) en daarna geleidelijk afgekoeld. De smeltovens kunnen worden verhit met aardgas, stookolie of elektriciteit. De branders of elektrodes bevinden zich binnen de oven. Daarom is het gebruik van steenkool uitgesloten: de as zou het geproduceerde glas vervuilen. De meeste ovens worden met aardgas of olie gestookt. Vaak zijn de ovens echter ook met elektrodes uitgerust die extra smeltcapaciteit leveren bij piekbelasting. Bij de grondstoffen kan afvalglas gemengd worden. Het gebruik van afvalglas bespaart een aanzienlijke hoeveelheid grondstoffen en energie (1,2 ton grondstoffen en 100 kg stookolie per ton afvalglas). Moderne ovens kunnen glas van goede kwaliteit en kleur produceren met ladingen die voor de helft uit afvalglas bestaan. Groen glas kan zelfs volledig uit afvalglas gemaakt worden. In 1992 werd in België 216 000 ton glas gerecycleerd, waardoor een recyclage-percentage van 54 % gehaald werd. In 1988 bedroeg het recyclage-percentage 50 % en werd 166 000 ton glas gerecycleerd.

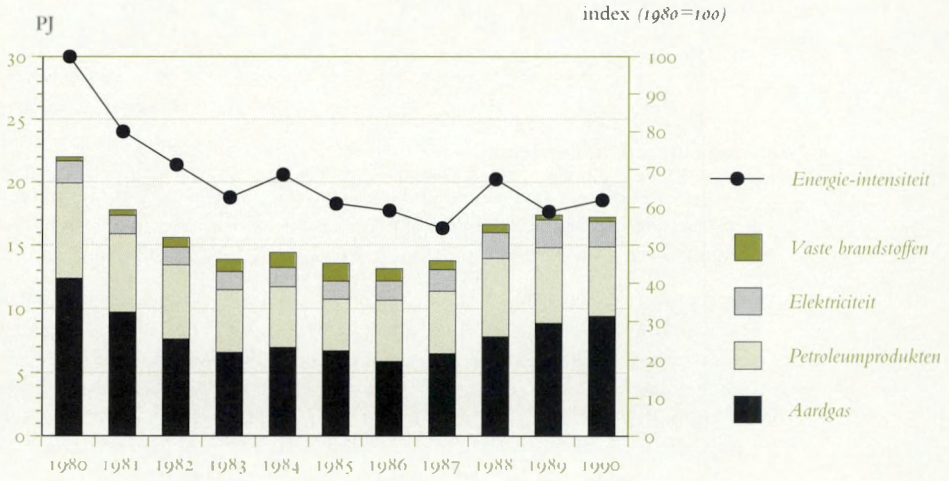
De tweede belangrijkste energiegebruiker en de meest energie-intensieve bedrijfstak binnen de sector van de niet-metaalhoudende mineralen in Vlaanderen is de steenbakkerijsector. De voornaamste grondstoffen voor de fabricage van bakstenen, pannen en tegels zijn klei, mergel en leem. De droge grondstoffen worden verpulverd en gemengd met water om ze te vormen tot bakstenen of pannen. De gevormde bakstenen of pannen worden vervolgens gedroogd, en dan gebakken in een oven om te harden. In een moderne gemechaniseerde steenbakkerij vertegenwoordigt energie tot

25 % van de totale produktiekosten. Bijna alle verbruikte energie wordt aangewend bij het drogen en het bakken. Aardgas en stookolie zijn de belangrijkste energiedragers. Elke fossiele brandstof voldoet om de ovens te stoken. Veel steenbakkerijen veranderen vaak van brandstof (aardgas, stookolie, steenkool, LPG) als reactie op de relatieve brandstofprijzen.

Beton wordt bereid uit een mengeling van zand, water, cement, grind of andere aggregaten en mogelijk additieven. Bij stortklaar beton wordt onverhard beton klaargemaakt buiten het bouwterrein en naar daar getransporteerd. De sector van het voorgestort beton levert betonnen elementen die gereed zijn voor gebruik op de bouwplaats.

Het gebruik van energie door de sector van de niet-metaalhoudende mineralen over de periode 1980-92 ging op en neer met het activiteitsniveau van de sector (figuur 9). Aardgas is de belangrijkste energiebron, maar zijn aandeel volgt geen duidelijke trend. Na de tweede aardolieschok is de energie-intensiteit fel afgenomen. Sinds 1983 is de gebruikte hoeveelheid energie per eenheid produkt eerder constant gebleven.

Figuur 9: Energiegebruik en index van de energie-intensiteit, niet-metaalhoudende mineralen.



Bron: NIS.

2.4 | Papiernijverheid

De hoofdgrondstof voor de papierbereiding is vezelstof. De vezelstof wordt betrokken uit drie bronnen: hout, geïmporteerde pulp en oud papier. Het hout moet eerst tot vezels verpulpt worden. Daarvoor bestaan twee grote soorten processen. Bij het chemische proces wordt pulp bereid door houtsnippers te koken in een chemische vloeistof, bijvoorbeeld natronloog. In het mechanisch proces worden de door stoom verzachte houtsnippers tussen geribbelde stalen platen tot vezels vermaald. In Vlaanderen verwerken slechts enkele bedrijven hout tot pulp. Alle gebruiken ze mechanische processen met een lage toevoeging van chemicaliën. De geïmporteerde pulp wordt in een grote hoeveelheid water geroerd om de vezels van elkaar te scheiden. De vezels worden vervolgens vermaald om ze voldoende fijn voor de papierbereiding te maken. Oud papier wordt eveneens in een grote hoeveelheid water geroerd om te vervezelen. Allerlei verontreinigingen (plastic en dergelijke) worden van de vezels verwijderd. Vervolgens worden de vezels eventueel ontinkt en zo nodig gebleekt. In België is ongeveer 30 % van het vezelverbruik van oud papier afkomstig en 70 % van pulp. De pulpbehoeften worden voor twee derde gedekt door

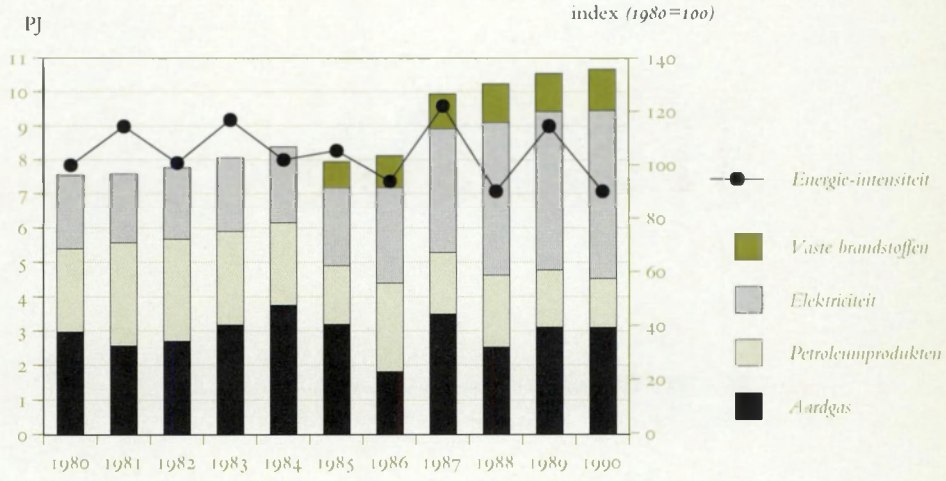
binnenlandse produktie van pulp uit hout, en voor één derde door netto-invoer. In Vlaanderen is het aandeel van geïmporteerde pulp echter hoger.

Voor de bereiding van papier wordt de vezelstof gemengd met hulp- en vulstoffen (bijvoorbeeld kalk) en in de vorm van een blad uitgelegd. Vervolgens wordt het water aan de papierstof onttrokken door de bladen samen te drukken en ze langs met stoom verhitte rollen te geleiden. De bereiding van papier vereist dus veel water en energie. Energie wordt voornamelijk aangewend in de vorm van elektriciteit voor de aandrijving van de pulp- en papiermachines, en in de vorm van stoom voor het verzachten van de pulp en het drogen van de papierstof. Enkele bedrijven produceren gezamenlijk elektrische energie en stoom in opwekkingseenheden met warmtekrachtkoppeling. De stoom wordt opgewekt in ketels gestookt op fossiele brandstoffen.

Het *energiegebruik* door de Vlaamse papiernijverheid is fors gegroeid in de tweede helft van de jaren tachtig (figuur 10). Deze ontwikkeling weerspiegelt de groei van de produktie in dezelfde periode. Meer dan 80 % van het energiegebruik komt op rekening van de papierbereiding. De sterke stijging van het elektriciteitsverbruik in 1987 en daarna is toe te schrijven aan de ingebruikname van een nieuwe mechanische pulpinstallatie.

Het gemiddelde *totale watergebruik* per bedrijf bedroeg 2,8 miljoen m³ per jaar in 1990, de grafische sector niet inbegrepen. Het totale verbruik van *grondwater* in de papierindustrie lag slechts rond 2 miljoen m³ in 1990 (AMINAL), zodat het aandeel van grondwater in het totale waterverbruik van de sector minder dan 7 % bedroeg.

Figuur 10: Energiegebruik en index van de energie-intensiteit, papiernijverheid.



Bron: NIS.

44 % van het houtgebruik van de pulp- en papierindustrie in België (2,3 miljoen stère in 1992) komt uit de BLEU, de rest uit Frankrijk en andere EU-landen. De *consumptie van oud papier* als grondstof bedroeg 309 000 ton[1]. De hoeveelheid oud papier gecollecteerd in België, zoals berekend door de consumptie te verhogen met export en te verminderen met import, bedroeg 766 000 ton in 1992, veel hoger dan de consumptie. België exporteert veel van het opgehaalde oud papier. De herkomst van het oud papier toont aan dat de bronnen waar oud papier van relatief hoge kwaliteit het

gemakkelijkst gerecupereerd kan worden, primeren. Uitgevers en drukkers (29 % van het opgehaalde papier in 1991) en supermarkten (26 %) vormen de belangrijkste bronnen.

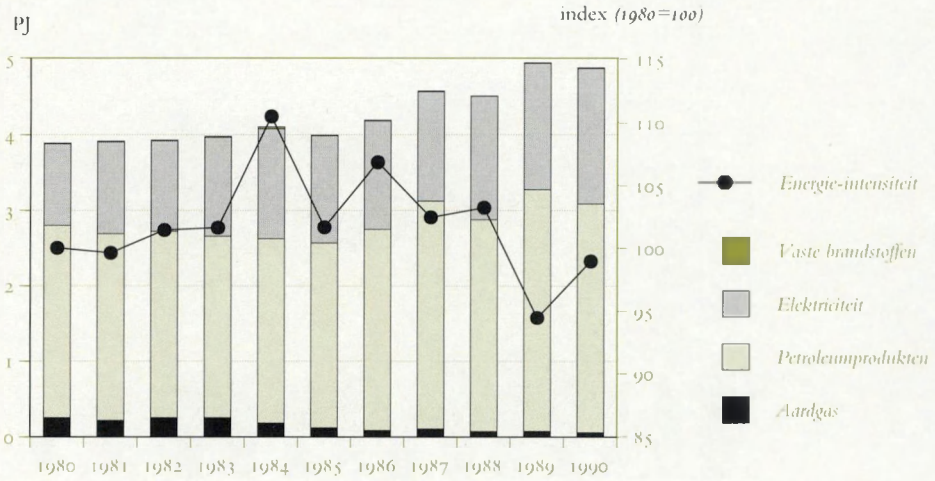
2.5 | Houtverwerkende nijverheid

De houtverwerkende nijverheid maakt uit hout gewoonlijk zeer duurzame produkten zoals meubels en bouwelementen. Niet-duurzame toepassingen, zoals houten verpakkingen, maken slechts een klein deel van de produktie uit. Het hout wordt grotendeels van buiten Vlaanderen aangevoerd. In spaanplaten worden tevens houtresten uit andere produktieprocessen als grondstof gerecycleerd.

De houtverwerkende industrie gebruikt weinig energie. Energie wordt aangewend in de vorm van proceswarmte in droogprocessen (houtdroogovens en ovens voor het drogen van beschermings- of bekledingslagen) en in lijmpersen, en in de vorm van elektriciteit om de werktuigen aan te drijven. De nodige proceswarmte wordt mee opgewekt door het verbranden van niet-recycleerbaar houtafval.

Figuur 11 schetst de ontwikkeling en samenstelling van het *energieverbruik* door de houtverwerkende industrie in Vlaanderen tussen 1980 en 1990. De gegevens in de figuur hebben enkel betrekking op de door de sector aangekochte energiedragers, en missen dus de energie die werd opgewekt door het verbranden van houtafval. Het energiegebruik stijgt in de tweede helft van de jaren tachtig, in navolging van de forse toename van de produktie in dezelfde periode.

Figuur 11: Energiegebruik en index energie-intensiteit, houtverwerkende nijverheid



Bron: NIS.

Referenties

1 COBELPA, Annual statistics 1992, Brussel, 1993.

2 FEBELHOUT, Radioscopie van de Belgische houtverwerking, Brussel, 1992.

3 Janssens I. en Verbruggen A., Rationeel Watergebruik. Inschatting van de mogelijkheden in de grote verbruikssectoren in Vlaanderen, 1993.

4 Evolutie van sectoriële producties als resultante van een algemeen evenwichtsmodel (ces - kul) op basis van exogene gegevens en gegevens van het Planbureau.

Begeleiders

Ph. De Brauwer, VLVN

L. De Pauw, F.François, COBELPA

L. Platteau, L. Bettens, CENTEXBEL

G. Vansteelant, FEBELHOUT

II.8 Verkeer en vervoer

C. Cuijpers, S. Proost, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Beschrijving

1.1 | Rol van verkeer en vervoer in onze samenleving

Mobiliteit is een basisvoorwaarde geworden voor de functionering en de ontwikkeling van onze samenleving: zowel de individuele mogelijkheden tot ontplooiing en het leggen van sociale contacten als de produktievoorwaarden en afzetmogelijkheden van bedrijven zijn er in grote mate van afhankelijk. De mobiliteit in Vlaanderen neemt reeds meer dan anderhalve eeuw gestaag toe, de voorbije decennia was deze toename zeer fors. Dit heeft zowel te maken met de toenemende vervoersmogelijkheden als met de veranderende maatschappelijke organisatie.

De vraag naar mobiliteit van personen en goederen is sterk toegenomen onder invloed van de industrialisatie. De industrialisatie betekende een grotere specialisatie binnen de produktie-activiteit en een scheiding van produktie en verbruik. De grote vraag naar mobiliteit kon beantwoord worden door een aantal technologische doorbraken (spoorwegen, verbrandingsmotoren) die de kosten van de mobiliteit sterk deden dalen. De maatschappelijke organisatie van de produktie is nog steeds in volle evolutie: toenemende specialisatie in het kader van de liberalisering van de Europese markt en de wereldmarkt, minimale voorraadpolitiek enz.. Vlaanderen heeft een belangrijke doorvoerfunctie vanwege zijn strategische ligging van havens en verkeersinfrastructuur.

De daling van de kosten van de mobiliteit zorgt op zijn beurt voor een grotere vraag naar mobiliteit die minder en minder in relatie staat met het produktieproces zelf. Zo is het aandeel (uitgedrukt in reizigerskm) van het woon-werkverkeer in het totale personenvervoer kleiner geworden dan 40 %. De personenmobiliteit is een belangrijke voorwaarde geworden voor het voldoen van behoeften zoals sociaal contact, toerisme, sport, enz..

De ontwikkelingen inzake verkeer en vervoer hangen nauw samen met de ruimtelijke ordening. De huidige ruimtelijke spreiding van activiteiten is het resultaat van honderden jaren geschiedenis. Voor de vervoersproblematiek in Vlaanderen is wellicht het verstedelijkingsproces van de laatste 200 jaar de dominante ruimtelijke verklaringsfactor. Er worden 3 fasen onderscheiden in dit proces: *urbanisatie, suburbanisatie*, en tenslotte *desurbanisatie*[1]. In de eerste fase groeit de stad omdat de grootschalige industrie in de plaats komt van de plattelandsnijverheid. In de tweede fase verslechteren de levensomstandigheden in de steden zodat veel mensen mede dankzij de beschikbaarheid van tramverkeer en voorstadstreinverkeer naar de stadsrand verhuizen (suburbanisatie). Omdat het openbaar vervoer het transportmiddel was, bleef de

suburbanisatie geconcentreerd. Het goedkoper worden en veralgemenen van het spoornet is de eerste stap naar desurbanisatie: de pendelafstanden worden steeds groter, terwijl de woongelegenheden nog geconcentreerd blijven rond de spoorassen en in mindere mate rond de hoofdwegen met autobusverbindingen. De tweede stap naar desurbanisatie wordt gezet met de veralgemeende beschikbaarheid van de auto. De woonfunctie is nu niet langer gebonden aan het openbaar vervoernet en wegens een laks ruimtelijke ordeningsbeleid onstaat er een zeer verspreide bewoning. Parallel met deze evolutie ontwikkelt de tertiaire sector zich in de stadskernen en verhuist de industrie naar industrieterreinen.

1.2 | Trends 1979-90

Bij de analyse van de trends zullen we hoofdzakelijk op een niet-ruimtelijke wijze tewerk gaan. Dit is verantwoord bij de analyse van het gebruik van sommige natuurbronnen zoals energie en bij de analyse van milieuverstoringen die verband houden met luchtverontreiniging of met vast afval. Deze werkwijze is minder verantwoord bij de analyse van de mobiliteitsproblemen zelf zoals aantasting van de open ruimte en geluidshinder waar de ruimte- en tijdsdimensie essentieel zijn. Wij splitsen het vervoer op naar vervoersmotief: *personenvervoer* en *goederenvervoer*. Zowel de verklaring van de respectievelijke vervoerstromen als de gevolgen voor milieu en natuur zijn voor beide verschillend.

De gegevens omtrent het aantal kilometers (personenkilometer - pkm, tonkilometer - tkm en voertuigkilometer - vkm) zijn gebaseerd op statistieken van het Ministerie van Verkeer en Infrastructuur waarvan de laatste versie verkregen werd in december 1993. In deze recentste versie worden statistieken gegeven tot en met 1991. Daarnaast zijn enquêtegegevens noodzakelijk om een degelijk beeld te kunnen vormen van verkeer en vervoer. De gemiddelde afgelegde weg per voertuig, de modale keuze, enz. zijn niet zomaar observeerbaar. Wij baseren ons op de (enige) nationale transportenquête van 1986-87.

Personenvervoer

De evolutie van de personenvervoer in Vlaanderen in de periode 1979-90 wordt ingeschat op basis van Belgische mobiliteitsgegevens (figuur 1). We geven een doorsnede van *de mobiliteitsevolutie* (in personenkilometer - pkm) volgens vervoersmodus. Deze evolutie is in indexvorm gegeven omdat de Belgische mobiliteitsstatistieken van slechte kwaliteit zijn, vooral wat het wegverkeer betreft. Het totaal volume autoverkeer is hier ingeschat op basis van een uitgebreide enquête uitgevoerd in 1986-87 en vervolgens op basis van indicatoren doorgetrokken naar de periode 1979-90. Het spreekt voor zich dat naarmate we verder extrapoleren op basis van deze doorsnedegegevens voor 1986-87, de resultaten minder zeker worden. Voor Vlaanderen worden momenteel mobiliteitsgegevens ontwikkeld door de Mobiliteitscel van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

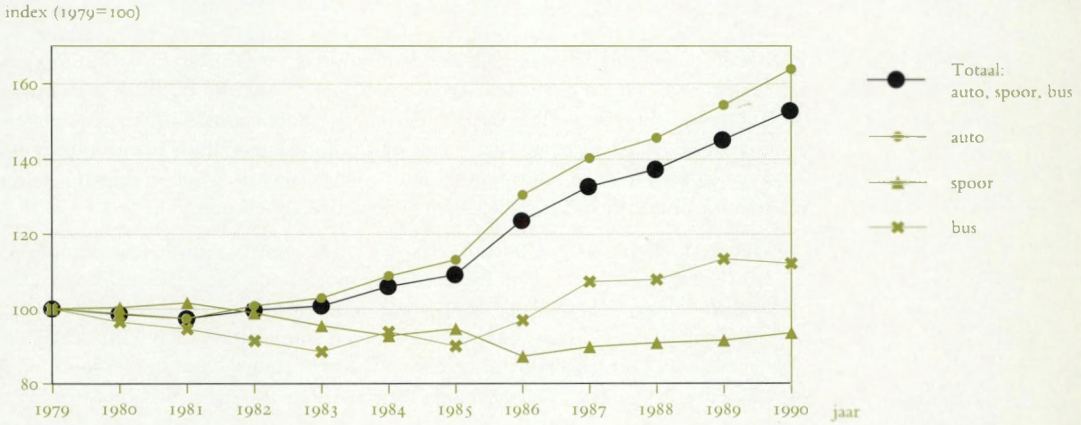
De olieprijsstijging van 1979 werd op korte termijn gevolgd door een kleine volumerestrictie, vooral van het autoverkeer: net als na de eerste oliecrisis in 1974 daalde het volume verkeer. Deze prijsschok verhoogde de reële benzineprijs aan de pomp met maar liefst 21 % en de reële dieselprijs met 23 %. Na twee jaar is het verkeersvolume opnieuw beginnen stijgen zodat in 1990 het niveau bijna 53 % hoger ligt dan in 1979.

Deze forse mobiliteitsgroei wordt mede verklaard door de groeiende welvaart en de maatschappelijke ontwikkelingen waarbij de ruimtelijke ordening een belangrijke rol speelt. Onder meer de pendelafstanden zijn toegenomen en ook het aantal vrije-tijdsverplaatsingen kende een forse groei.

De verhoging van de brandstofprijzen in 1979 maakte het privé autovervoer onge-

veer 30 % duurder dan het treinvervoer. Het aandeel van de brandstofkosten in de totale privékosten van het autogebruik bedroeg ongeveer 40 % in 1979[3]. Het gevolg van deze prijsschok was eerder het wegvallen van een gedeelte van het autovervoer dan een substitutie door het spoorvervoer. Van het weggevallen autoverkeer werd slechts 10 % gerecupereerd door het spoor. Hoogstens werd de structurele achteruitgang van de vraag naar spoorvervoer door onder meer hogere comforteisen tijdelijk stopgezet. Bij het omgekeerde verschijnsel, namelijk een daling van de brandstofprijzen in 1986, is er een creatie van nieuw autoverkeer. Ondanks de lichte groei van het treinverkeer daalt het aandeel pkm per trein ten gunste van de auto. Deze evolutie werd bovendien versterkt door tijdelijke factoren zoals treinstakingen. De totale reële prijs van het autovervoer blijft hoger dan in 1979 vanwege de reële prijsstijging van andere posten dan brandstof zoals aanschaf en verzekering. Het aandeel van de brandstofkosten in de totale autokosten neemt toe van 40 % in 1979 tot 44 % in 1982, kent in 1986 een terugval van 41 % naar 36 % en lijkt zich daarna te stabiliseren[3]. In 1990 was de vervoersprijs per pkm van de personenwagen 57 % duurder dan de vervoersprijs van het openbaar vervoer[3]. In 1979 was het vervoer per pkm van de personenwagens maar liefst 75 % duurder dan het openbaar vervoer. Ten opzichte van 1979 is de competitiviteit van het openbaar vervoer dus afgenomen.

Figuur 1: Evolutie van de personenmobiliteit (in pkm) per modus in Vlaanderen (index 1979=100).



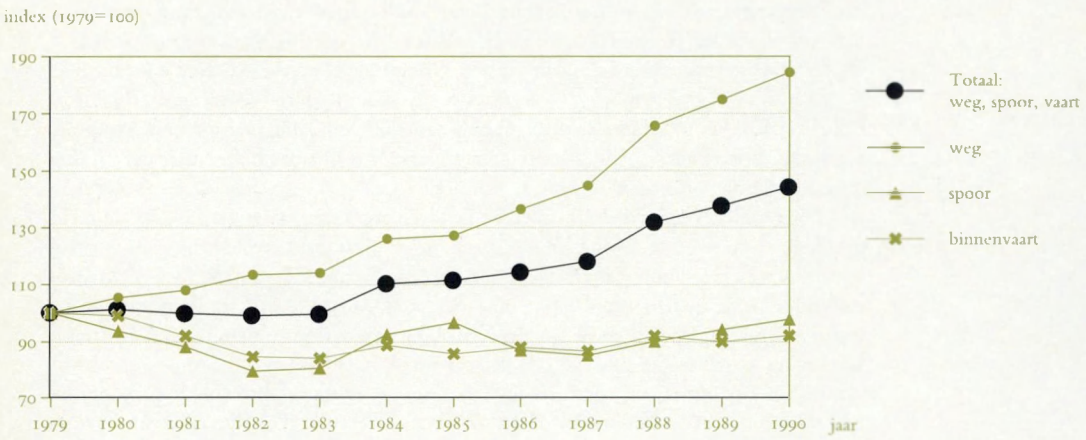
Bron: CES[2].

De gestegen reële brandstofprijzen na 1979 waren geen aanzet om de bevolking te doen overschakelen van het privé naar het openbaar vervoer. Vooral vanaf 1985 kent het autoverkeer weer een grote expansie.

Goederenvervoer

De evolutie van het goederenvervoer (inclusief doorvoer) in Vlaanderen in de periode 1979-90 wordt weergegeven op basis van Belgische vervoersgegevens (figuur 2). Ook hier laat de kwaliteit van de wegvervoergegevens te wensen over zodat een evolutie in indexvorm gebruikt wordt. We maken een onderscheid tussen het volume goederenvervoer (in tonkilometer - tkm) over de weg, het spoor en de binnenwateren.

Figuur 2: Evolutie van het goederenvervoer (in tkm) per modus in Vlaanderen (index 1979=100).



Bron: CES[2].

Het totale volume goederenvervoer is eind jaren '80 sterk gegroeid vanwege industriële activiteitsontwikkelingen. Het wegvervoer heeft na 1979 slechts weinig hinder ondervonden van de verhoging van de motorbrandstofprijzen. De brandstofkosten vertegenwoordigen gemiddeld 15 % à 20 % van de totale kostprijs per vrachtwagenkilometer[4]. In tegenstelling met het personenverkeer kenmerkt het goederenverkeer zich door een geringe gevoeligheid voor schommelingen in de brandstofprijs omdat het aandeel van de brandstofkosten in de totale kosten laag ligt en omdat het wegtransport in de meeste gevallen geen gelijkwaardige substituten kent.

Het aandeel van de verschillende vervoerswijzen wordt in grote mate bepaald door het type goederen en transportdiensten die moeten worden geleverd. Bovendien bepaalt de ligging van de bedrijven mede de keuze van de vervoersmodus. Het spoortransport kan beschouwd worden als een combinatie van de eigenschappen van het wegtransport (snelheid) en de binnenvaart (transportvolume). Het spoor en de binnenvaart zijn gespecialiseerd in het vervoer voor sectoren zoals ijzer, staal en bouwmaterialen. Het marktaandeel van het wegtransport in het totaal aantal tkm bedraagt ongeveer 70 % in 1990.

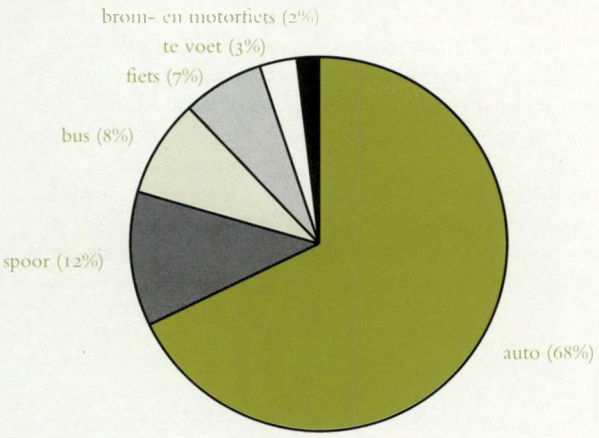
1.3 | Vervoerswijzen en -motieven

Personenvervoer

De totale personenmobiliteit in Vlaanderen bedraagt ongeveer *60 miljard pkm in 1990*[5]. Op basis van een nationale transportenquête uitgevoerd in 1986-87 wordt een gedetailleerde doorsnede gemaakt van de totale verplaatsingsafstand (in pkm) volgens vervoerswijze in Vlaanderen (figuur 3).

In vergelijking met het openbaar vervoer is het privé autogebruik veruit de belangrijkste vervoerswijze. Uit de enquête blijkt dat 68 % van de totale verplaatsingsbehoefte wordt voldaan door de personenwagen, 20 % door het openbaar vervoer en 12 % door het langzame verkeer. De gemiddelde afstand afgelegd door autobestuurders per verplaatsing ligt relatief laag, gemiddeld 15 km. De trein wordt gebruikt om grotere afstanden af te leggen, namelijk gemiddeld 50 km.

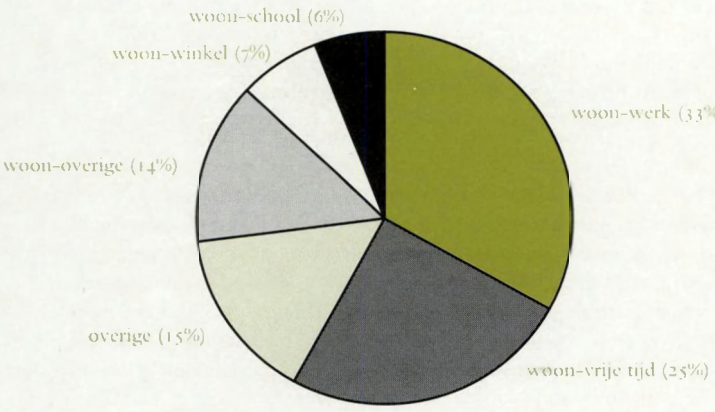
Figuur 3: Aandelen van de modi in de totale verplaatsingsafstand in pkm in Vlaanderen in 1986-87 (in %).



Op basis van dezelfde transportenquête van 1986-87 wordt een doorsnede gegeven van de verplaatsingsafstand volgens motief (figuur 4). Het woon-werkverkeer is het belangrijkste verplaatsingsmotief, een aandeel van 33 %. Een andere belangrijke verplaatsingreden is de vrije-tijdsverplaatsing.

Bron: Mobiliteitscel, 1993[5].

Figuur 4: Doorsnede van de verplaatsingsafstand volgens motief in Vlaanderen in 1986-87 (in %).



Bron: Mobiliteitscel, 1993[5].

Goederenvervoer

Het volume goederenvervoer in Vlaanderen in 1990 bedraagt ongeveer *27 miljard tkm*[5]. De vrachtwagen is de belangrijkste vervoerswijze voor het goederenvervoer. Bijna de helft van het goederenvervoer over de weg betreft het vervoer van ruwe metalen, fabrikaten en bouwmaterialen[5]. Alhoewel deze materialen zich goed lenen voor het vervoer per binnenschip is de vervoerde tonnage via de binnenwateren beduidend lager. Redenen hiervoor zijn voor de hand liggend: er ontbreekt een specifieke infrastructuur om gebruik te maken van de binnenschepen en de snelheid per binnenschip ligt beduidend lager. Het spoor heeft het grootste marktaandeel in het vervoer van vaste minerale brandstoffen, ertsen en schroot. Het belang van het wegtransport nam enorm toe ten nadele van het transport per spoor en per binnenvaart (tabel 1).

Tabel 1: Evolutie van de aandelen (in %) van de weg, het spoor en de binnenvaart in het goederenverkeer (in tkm) in het jaar 1990.

	1979	1985	1990	1991
Weg	54,6	62,4	69,9	70,4
Spoor	26,8	23,3	18,2	18,0
Binnenvaart	18,6	14,3	11,9	11,6

Bron: CES[1].

1.4 | Internationale vergelijking

Tabel 2 geeft een idee van de relatieve mobiliteit van vier industriële landen met een verschillende levensstijl. De drie landen met een hoge bevolkingsdichtheid (Japan, Vlaanderen en Nederland) hebben een veel beperktere mobiliteit dan de ruimte-extensieve v.s.. Gemeten naar aantal km weg per km² beschikt Vlaanderen over een vrij dicht wegennet in vergelijking met andere dichtbevolkte landen zoals Nederland en Japan. Dit zou er op kunnen wijzen dat de graad van congestie op de weg (vkm/km weg) in vlaanderen lager ligt. De congestiegraad is echter ook afhankelijk van de breedte van de wegen, het aantal bredere wegen, de ruimtelijke organisatie van de wegen, woningen en industrie, enzovoort zodat een exacte vergelijking niet mogelijk is. Vlaanderen beschikt ook over een goed spoornet en een goed kanalennet.

Tabel 2: Internationale vergelijking mobiliteit (in 1987).

	Vlaanderen	Nederland	Japan	VS
Goederenverkeer (in tkm/inw)	3 729	4 211	3 500	16 000
Personenverkeer (in pkm/inw)	11 550	10 153	8 190	20 500
km weg/km²	4,20	2,65	3,03	0,71
vkm/km weg	598	878	427	515

Bron: ECMT, 1990[6] met correcties voor Vlaanderen; Koopman G.J., 1992[7].

Deze vergelijking toont aan dat er grote mogelijkheden zijn ter beïnvloeding van de mobiliteit en dat een zelfde welvaartsniveau bereikt kan worden met verschillende mobiliteitsniveaus.

1.5 | Vooruitzichten van mobiliteit in 1990-2010 volgens referentiescenario

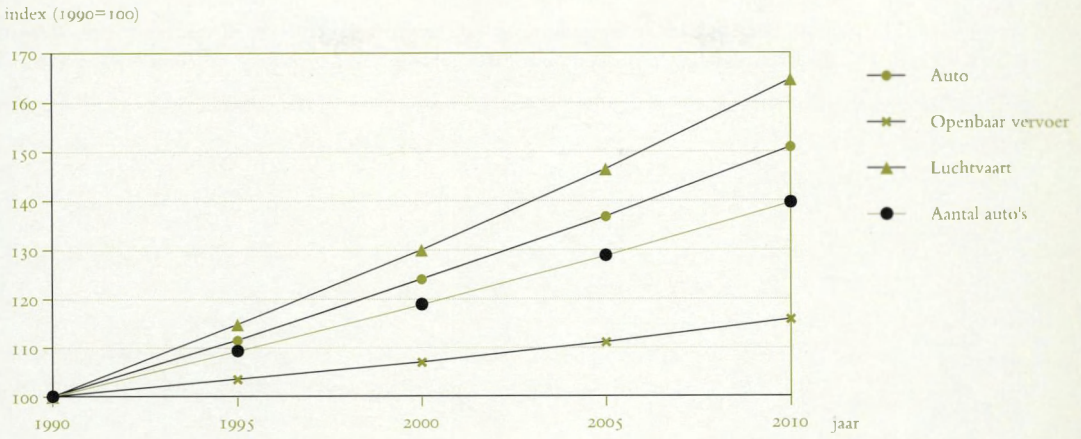
Aan de hand van een *referentiescenario* duiden we de richting aan van de mobiliteitsontwikkeling indien er geen beleidsveranderingen worden doorgevoerd in de periode 1990-2010[8]. Deze toekomstvisie vertrekt van het afgeleid karakter van de mobiliteit. De globale mobiliteitsevolutie wordt in grote mate bepaald door de ontwikkeling van de economische structuur, de inkomensontwikkeling, de consumptiepatronen en de kostprijs van vervoer[9]. Er wordt ook rekening gehouden met een *aanbodbeperking* (verzadiging van de weginfrastructuur) die een remmende invloed heeft op het weggebruik (zowel van personen- als vrachtwagens). Het aanbod van de spoorinfrastuctuur wordt beïnvloed: toename van de frequentie van de treinen (piekuurtreinen), langere treinen worden ingelast en extra lijnen worden ingelegd. Het spoorwegennet wordt bijgevolg intensiever gebruikt. Elementen zoals gezinsverdunning, de lokalisatie van bedrijven en de ruimtelijke ordening in het algemeen spelen hier ook een rol maar worden niet als onderscheiden determinanten opgenomen. Als eenheid van mobiliteit nemen we het aantal 'voertuigkilometers' (vkm) en niet het aantal pkm voor personen of tkm voor goederen. De reden hiervoor is tweevoudig:

- de meeste externe effecten van de mobiliteit zijn gerelateerd tot het aantal kilometers afgelegd door het voertuig (bijvoorbeeld congestie, luchtverontreiniging, enz.);
- de evolutie van de bezettingsgraad, dit is de grootheid die de relatie weergeeft tussen vkm en pkm c.q. tkm, is moeilijk te schatten. Enkel sterk vereenvoudigde veronderstellingen zouden een idee kunnen geven van de evolutie van het aantal pkm c.q. tkm.

Personenvervoer

Figuur 5 geeft de vooruitzichten van de personenmobiliteit (in vkm) volgens modus in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 weer. Naast de evolutie van het aantal vkm wordt tevens de groei van het wagenpark (aantal auto's) in Vlaanderen vermeld.

Figuur 5: Vooruitzichten van de personenmobiliteit (in vkm) volgens modus en het aantal auto's in Vlaanderen in de periode 1990-2010 volgens referentiescenario (index 1990=100).



Bron: CES[10]

In voertuigkilometers is er in Vlaanderen een aanzienlijke toename van de mobiliteit te verwachten in de periode 1990-2010 indien er geen specifiek beleid wordt gevoerd. Ook de auto blijft de dominante modus voor het personenvervoer. *Het totaal aantal autokilometers groeit met gemiddeld 2,1 % per jaar in de periode 1990-2010* (d.i. een groei van 51 % in 20 jaar) en zal vooral het resultaat zijn van de uitbreiding van het wagenpark en in mindere mate van de groei van de verplaatsingsafstand per individuele wagen. Het wagenpark in Vlaanderen groeit van 2,25 miljoen eenheden in 1990 (2,42 miljoen eenheden in 1993)[11] tot 3,15 miljoen wagens in het jaar 2010 (een toename van 40 %).

Ondanks de groeiende verkeerscongestie op de weg, blijft de groei van het personenvervoer per bus en per trein eerder gering. Het openbaar vervoer over de weg groeit gemiddeld met 0,7 % per jaar (15,8 % in 20 jaar) en het personenvervoer per spoor neemt toe met 0,8 % per jaar (16,6 % in 20 jaar).

Het personenvervoer per vliegtuig dient apart behandeld te worden, omdat het luchtverkeer geen alternatief is voor de andere beschouwde modi. Gezien het sterke verband tussen de evolutie van het beschikbaar inkomen en het aantal vliegtuigreizen kan men een jaarlijkse groei van vliegtuigverkeer (in vliegtuigkilometer) per vliegtuig verwachten van 2,5 % per jaar (64,6 % in 20 jaar).

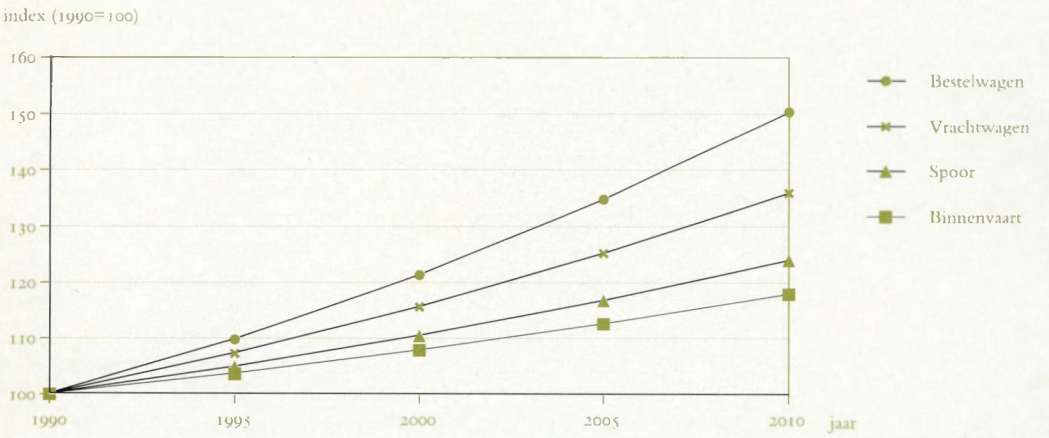
Goederenvervoer

De evolutie van het volume goederenvervoer wordt vooral bepaald door de economische produktiestructuur en de groei van het bruto binnenlands produkt (BBP) in volume. Het referentiescenario toont aan dat er drie elementen zijn die het goederenvervoer in de toekomst sterk zullen beïnvloeden:

- het dalende belang van de traditionele industrieën (bijvoorbeeld ijzer-en staalindustrie) en de tendens naar het produceren (en bijgevolg transporteren) van goederen met een kleiner volume maar met een hogere eenheidswaarde. Deze evolutie moedigt het wegtransport aan. Wel is er een compenserend effect doordat er minder vkm (en tkm) vereist zijn voor het transporteren van de totale produktie.

- door het stijgend aandeel van de dienstensector en de absolute achteruitgang van de activiteiten in een aantal vervoersintensieve sectoren (bv. basisindustrie) in het BBP daalt de vraag naar goederentransport en wordt vooral het wegtransport aangemoedigd.
- de toenemende verzadiging van de weginfrastructuur heeft een remmend effect op het wegtransport en moedigt het gebruik van het spoor en de binnenvaart aan.

Figuur 6: Vooruitzichten van de goederenmobiliteit (in vkm) volgens modus in Vlaanderen in de periode 1990-2010 volgens referentiescenario (index 1990=100).



Bron: CES[2,10].

Het aantal voertuigkilometer afgelegd door bestelwagens groeit met 2,1 % per jaar in de periode 1990-2010 (met 50,3 % in 20 jaar). Het aantal vrachtwagenkilometers zal groeien met 1,5 % per jaar (met 35,9 % in 20 jaar). Het aantal kilometers afgelegd door het vrachttransport over het spoor neemt toe met 1,1 % (met 23,9 % in 20 jaar) en per binnenschip met 0,8 % (met 17,9 % in 20 jaar).

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

Wij besteden aandacht aan het gebruik van twee milieu- en natuurbronnen: het energiegebruik en het ruimtegebruik.

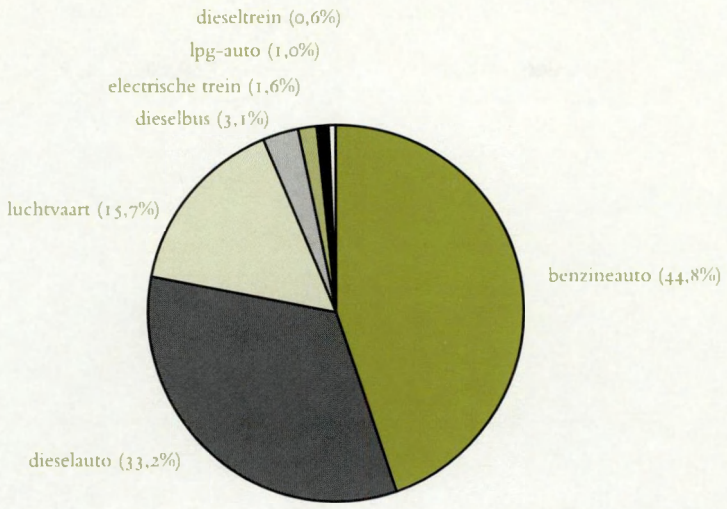
2.1 | Energiegebruik voor transport in Vlaanderen

In het Vlaamse Gewest vertegenwoordigt *de transportsector 28 % van de energetische eindenergievraag*, namelijk 205,8 PJ in het jaar 1990[12] (zie II.3 Energiesector). Van het totale energiegebruik voor transportdoeleinden is 80 % bestemd voor het personenvervoer.

Personenvervoer

Van het totaal energiegebruik voor het personenvervoer is 79,1 % bestemd voor de personenwagen, 3,1 % voor het openbaar vervoer over de weg (incl. privé autocars), 2,3 % voor het treinverkeer en 15,7 % voor de luchtvaart (figuur 7). Ongeveer 72 % van het energiegebruik voor passagierstreinen bestaat uit elektriciteit in 1990 tegenover 20 % bij het goederenvervoer. De meeste passagierslijnen in Vlaanderen (België) zijn geëlektrificeerd.

Figuur 7: Opsplitsing van het energiegebruik voor het personenvervoer volgens vervoerswijze in 1990 in Vlaanderen.



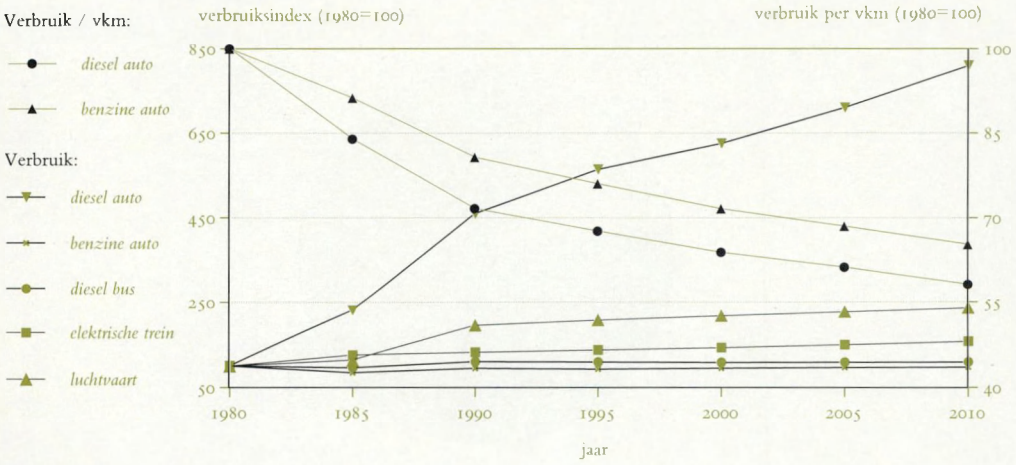
Bron: CES[3].

Diesel vertegenwoordigde in 1990 al een belangrijk aandeel van de autobrandstoffen, namelijk 42 % (benzine 57 %). De opmars van diesel is kenmerkend voor de laatste 10 jaar. In 1979 bedroeg het aandeel van diesel in de vraag naar autobrandstoffen slechts 11 %. Deze sterke expansie van het aantal dieselwagens wordt niet alleen verklaard door de relatief goedkope dieselprijzen maar ook door de technologische verbetering van de dieselwagen (niet alleen de efficiëntie is sterk verbeterd maar ook het rijcomfort).

De energievraag wordt bepaald door de groei van de mobiliteitsvraag en wordt gedeeltelijk gecompenseerd door een daling van het specifiek energiegebruik (figuur 8). We beperken ons hier tot een weergave van de evolutie van het specifiek energiegebruik (brandstofgebruik per voertuigkm) van benzine- en dieselwagens. De daling van het specifiek energiegebruik werd gerealiseerd door middel van een groot aantal aanpassingen in de voertuigtechniek. Een grote verscheidenheid aan technologieën werden hiervoor gebruikt: meer gebruik van kunststoffen (gewichtsvermindering), procesoptimalisatie (electronische injectie), aerodynamische simulatie (verminderen van luchtweerstand). Daarnaast is de voorkeur voor energiezuinige wagens toegenomen door de stijgende brandstofprijzen. Er is bijvoorbeeld een trend waarneembaar waarbij het aandeel van wagens met een kleinere cylinderinhoud toeneemt.

Hoewel het dieselverbruik aanzienlijk is gegroeid (een verachtvoudiging in 30 jaar), is het aandeel van dieselwagens in het totale wagenpark in 1980 nog altijd gering. We zien na 1980 een sterke efficiëntieverbetering van de dieselwagens met ongeveer 28 % in 10 jaar. De efficiëntie van benzinewagens groeit met 19 % in dezelfde periode. Er wordt aangenomen dat de energie-efficiëntie van beide soorten wagens zal toenemen met bijna 20 % in de periode 1990-2010. Deze belangrijke technologische vooruitgang kan slechts in beperkte mate de sterke volumestijging van het autogebruik compenseren zodat het totaal energiegebruik door wagens blijft toenemen. In de periode 1990-2010 neemt het energiegebruik voor personenwagens toe met 1,5 % per jaar (34,4 % in 20 jaar) terwijl het aantal autokilometers toeneemt met 2,1 % (50,9 % in 20 jaar).

Figuur 8: Evolutie en vooruitzichten volgens referentiescenario van de energievraag voor personenvervoer volgens modus en van de verbetering van het specifiek brandstofverbruik (in l/vkm) van benzine- en dieselwagens in de periode 1980-2010 (index 1980=100).

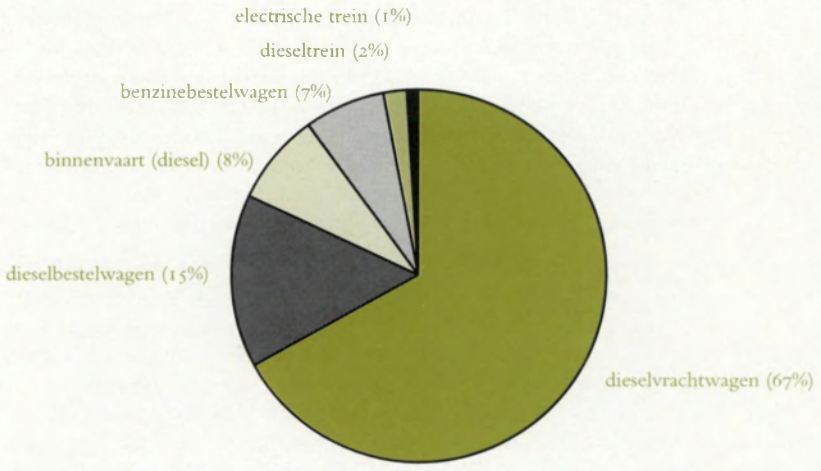


Bron: CES[2.10].

Goederenvervoer

Diesel is veruit de belangrijkste brandstof voor het goederenvervoer, met een aandeel van 92 %. De dieselvrachtwagen is de belangrijkse vervoerswijze voor het goederenvervoer (zie supra) en vertegenwoordigt 67 % van het energiegebruik voor goederenvervoer (figuur 9).

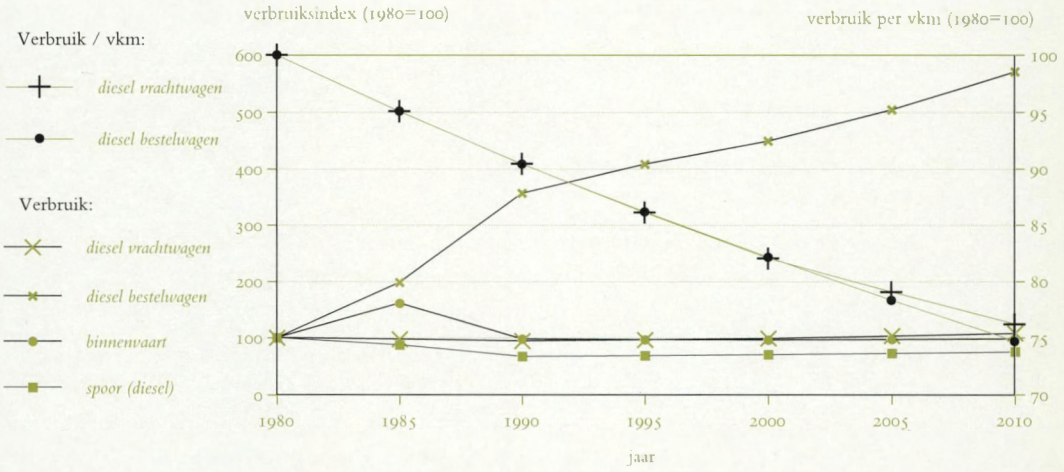
Figuur 9: Opsplitsing van het energiegebruik voor het goederenvervoer volgens vervoerswijze in 1990 in Vlaanderen.



Bron: CES[3].

Het specifiek gebruik (gebruik per vkm) van de gemiddelde vracht- en bestelwagens daalde in de periode 1980-1990 met ongeveer 10 % (figuur 10). Voor de periode 1990-2010 wordt er een verbetering verwacht van ongeveer 25 %. Terwijl de dieselvraag van vrachtwagens stagneert, kent de dieselvraag voor bestelwagens een sterke groei van 60 % in de periode 1990-2010. Zoals bij de dieselauto dient hierbij rekening te worden gehouden met het gering aantal bestelwagens op diesel in 1980. De bestelwagens op benzine vertegenwoordigden 74 % van het bestelwagenpark in 1980. Ook hier is sprake van een belangrijke conversie van benzine naar diesel.

Figuur 10: Evolutie en vooruitzichten volgens referentiescenario van de energievraag voor goederenvervoer volgens modus en van het specifiek energiegebruik (in l/vkm) van vrachtwagens in de periode 1980-2010 (index 1980=100).



Bron: CES[2.10].

2.2 | Het gebruik van ruimte

De transportsector legt met zijn 2 631 409 transportmiddelen en zijn infrastructuur een aanzienlijk beslag op ruimte. Er is een onderscheid tussen het directe en het indirecte ruimtebeslag (zie II.10 Infrastructuren). Het indirecte beslag betreft alle ruimten in de buurt van infrastructuren waarvoor praktisch geen ander gebruik mogelijk is. Het *directe ruimtebeslag* is ongeveer gelijk aan 1 025 km² (tabel 3), wat neerkomt op *7,6 % van de totale Vlaamse oppervlakte.*

Tabel 3: Bestaande transportinfrastructuren en raming direct ruimtebeslag (1993).

Aard infrastructuren	Totale lengte (in km)	Gemiddelde breedte (in m)	Ruimtebeslag (in ha)
Garages	in 58 % van de woningen	.	2 802
Autosnelwegen	840	60	5 040
Gewestwegen	5 717	30	17 151
Provinciewegen	627	30	1 881
Gemeentewegen	50 000	9	45 000
Spoornet	1 718	25	4 295
Kanalen	1 060	100	10 600
Zeehavens	..	..	15 691
Totaal	*59 962*	.	*102 460*

Bron: eigen berekeningen en Mobiliteitscel, 1993[5]; NIS, 1993[13]; Ministerie van verkeer en infrastructuur, 1993[14].

Men verwacht geen grote toename van de transportinfrastructuur meer (zie 11.10 Infrastructuren). Het Vlaamse wegennet behoort reeds tot de dichtste ter wereld (tabel 2). Momenteel wordt een gedeelte van de weginfrastructuur zeer intensief gebruikt in de piekuren. Aan de hand van verkeerstellingen heeft men een vrij precies idee van de knelpunten in het hoofdwegennet. Deze situeren zich op de hoofdassen naar de grote agglomeraties (Brussel en Antwerpen). Daarnaast zijn er ook een groot aantal verzadigingsverschijnselen in de regionale centra. Zonder specifiek beleid en met de voorspelde groei in het personen- en goederenverkeer gaan deze congestieproblemen en de druk op het ruimtebeleid vanzelfsprekend sterk toenemen.

Referenties

1 Brabander G., Verhetsel A., Het woon-werkverkeer binnen het verstedelijkingsproces', in 'de juiste weg? - essays over mobiliteit en beleid', ed. Blauwens G., De Brabander G., Van de Voorde E., uitg. Marc Van de Wiele, Brugge, 1990.

2 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., De evolutie van het Belgisch eindenergiegebruik 1979-1991. Opvolging met behulp van een systeem van indicatoren, CES-KUL, Leuven, 1992.

3 Cuijpers C., Statistisch vademecum - simulatie transport, CES-KUL, Leuven, 1992.

4 De Dieu J., Goederenvervoerbeleid, in Verkeer in België in 2000. Mobiliteit of chaos?, Vlaams Wetenschappelijk Congres 17-18 oktober 1991, Gent, 1991.

5 Mobiliteitscel, Vlaamse regionale indicatoren, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap -Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Brussel, 1993.

6 European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Transport policy and the environment. ECMT ministerial session (OECD), ECMT, Paris, 1990.

7 Koopman G.J., Het Nederlandse personenvervoer op lange termijn, Onderzoeksmemorandum n°96, Centraal Planbureau, Den Haag, 1992.

8 Dit referentiescenario is consistent met het energiescenario in hoofdstuk 11.3 Energiesector. Voor een gedetailleerde toelichting wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag.

9 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., Energie en Milieu in het federaal België. Historiek & toekomstverkenning, CES-KUL Leuven, 1994.

10 Cuijpers C., Projection energy consumption - projection CO_2-emissions 1990-2010: domestic sector & transport sector, CES-KUL, mimeo, Leuven, 1992.

11 Nationaal Instituut voor de Statistiek, Motorvoertuigenpark - toestand op 1 augustus 1993, Brussel, 1993.

12 Cuijpers C., *Energie en Milieu*, 4 (1993),145.

13 Nationaal Instituut voor de Statistiek, Algemene Volks- en Woningtelling op 1 maart 1991, Deel 2B Woningtelling per gemeente, Brussel, 1993.

14 Ministerie van verkeer en infrastructuur, Verkeer en vervoer in België, Statistische gegevens, Brussel, 1993.

Begeleiders

R. Craps, VITO

R. Keygnaert, Mobiliteitscel

D. Lauwers, Mens en Ruimte v.z.w.

A. Vervoort, Groep Swartenbroeckx

J. Peumans, Vlaamse Stichting Verkeerskunde

II.9 Recreatie en toerisme

D. Ameele, I. Vertriest, Studiegroep Mens en Ruimte v.z.w.

1 | Beschrijving

Recreatie en toerisme zijn nauw met elkaar verwant en daarom moeilijk gescheiden te omschrijven. We aanvaarden hier een onderscheid tussen de twee op basis van de tijdsduur en we leggen de nadruk op de vormen van recreatie en toerisme met een belangrijke milieu-impact. *Recreatie* omvat alle vormen van gedrag gericht op ontspanning in de vrije tijd, met een maximumduur van één dag. Recreatieve activiteiten kunnen plaatsvinden binnen of buiten de eigen woning of woonomgeving. *Toerisme* bestaat uit de activiteiten van personen en relaties die voortvloeien uit de reis en het verblijf van minstens één nacht op een plaats verschillend van de woon- of verblijfplaats voor het dagelijks werk, voor onderwijs of voor medische verzorging.

1.1 | Recreatie

Participatie

Bijna de helft van de bevolking neemt tijdens het weekend deel aan één of andere recreatievorm buitenshuis. Familiebezoek (35 %) en openluchtrecreatie (23,2 %) zijn de voornaamste recreatieve activiteiten. Regelmatig bosbezoek en een rondrit met de auto zijn de belangrijkste vormen van openluchtrecreatie. Van de rest van de recreatieve activiteit bestaat 15,7 % uit amusement en 10,5 % uit sportbeoefening. Sociaal verenigingsleven en bezoek aan attractiepunten volgen met respectievelijk 6,7 % en 6,8 %.

Spreiding in tijd

In de periode april 1991 - maart 1992 werden 75 % van alle daguitstappen tussen april en september gemaakt (WES). De maanden juli en augustus waren goed voor ongeveer de helft hiervan. De spreiding over de dagen van de week is sterk verschillend naargelang het type recreatie. Het familie- en kennissenbezoek gebeurt voornamelijk op zondag, maar ook op werkdagen. Het amusementsleven concentreert zich in het weekend en vooral op zaterdag. Sportbeoefening, buitenrecreatie en het sociale verenigingsleven spelen zich voornamelijk tijdens de week af. Attractiepunten worden overwegend op werkdagen en op zondag bezocht.

Spreiding in ruimte

Recreatie is geconcentreerd rond de steden tot zelfs in de kleinere bevolkingscentra. De sportieve recreatie is het meest geconcentreerd rond de bevolkingscentra. Pretparken, vliegvelden voor telegeleide vliegtuigen, golfterreinen, recreatiegebieden liggen verspreid over geheel Vlaanderen. De openbare bosgebieden liggen vooral in

de Kempen en Brabant.

Verplaatsingsgedrag

De meeste Vlamingen gaan met de auto naar de recreatieoorden. Van alle personenautoverkeer (totaal aantal afgelegde kilometers) in Vlaanderen heeft ongeveer de helft een sociaal-recreatief karakter. 83 % van alle daguitstappen van de Belgen in 1991 gebeurt per wagen (WES). Het aandeel van de andere transportmiddelen is relatief beperkt (trein 11 %, touringcar 4 % en overige transportmiddelen 2 %).

Specifiek onderzoek naar de transportproblemen aan de Belgische kust maakt een onderscheid tussen ééndagstoeristen die de kust regelmatig bezoeken en ééndagstoeristen die dit uitzonderlijk doen. Van de eerste groep komt 82 % met de wagen, 3 % met de autocar en 12 % met de trein. Voor de tweede groep gaat het om respectievelijk 72 %, 10 % en 18 %. Touringcar en trein zijn meer in trek naarmate de afstand tot de kust groter is.

Ook bij bezoek aan attractieparken is de wagen hét vervoersmiddel bij uitstek. Het aandeel van de autouitstapjes naar de steden bedraagt gemiddeld 58 % met een kleiner aandeel (55 %) voor de steden Antwerpen en Brussel en een groter aandeel (65 % tot 70 %) voor steden zoals Gent, Leuven en Mechelen.

Trends in de participatiegraad en het recreatiepatroon

Hoe de vrijetijdsbesteding zich in de toekomst zal ontwikkelen, is afhankelijk van demografische, economische, maatschappelijke en bestuurlijke factoren. Vooral de economische en maatschappelijke factoren bepalen de houding van de bevolking ten opzichte van recreatie en de daaruit voortvloeiende recreatietrends. We willen de verschillende hypothesen over de mogelijke ontwikkelingen aan elkaar toetsen en trachten de ruimtelijke gevolgen voor de toekomst in te schatten aan de hand van drie scenario's: het referentiescenario, het polarisatiescenario en het solidariteitsscenario.

De demografische evolutie tot het jaar 2010 is voor elk scenario identiek. Het aantal inwoners stijgt tot 2000 en daalt erna. De groep 0-19 jarigen volgt ook dit evolutiepatroon. Het aantal 20-59 jarigen daalt tot 2010 maar het aantal 60-plussers neemt toe. De scenario's worden getypeerd door verschillende ontwikkelingen op economisch en - daaruit afgeleid - maatschappelijk en bestuurlijk vlak (tabel 1).

In het *referentiescenario* behoudt de samenleving een individualistisch karakter inzake arbeidsethiek. Economische groei maakt arbeidsduurverkorting mogelijk met behoud van koopkracht. De arbeidstijd ligt tussen 30 en 36 uren per week. De overheid beperkt collectieve uitgaven en stoot taken af naar de privé-sector. Het beleid schept voornamelijk voorwaarden en stimuleert initiatieven.

Het *polarisatiescenario* gaat uit van een volledig vrije markteconomie. De maatschappij is sterk geïndividualiseerd. De arbeidsethiek krijgt sterke economische impulsen. De arbeidstijd ligt tussen 36 en 40 uren per week. Er zijn grote verschillen op het gebied van inkomens. Overheidsuitgaven blijven beperkt door strengere criteria voor sociale uitkeringen. De overheid is terughoudend met subsidies, maar verleent wel steun door rente- en aflossingsgaranties.

In het *solidariteitsscenario* streeft de maatschappij naar kleinschaligheid. Het kenmerkt zich door het besef dat samenhorigheid betere overlevingskansen biedt. De arbeidsduur wordt verkort en deeltijdse arbeid met verlaging van het inkomen wordt op grote schaal ingevoerd. Het inkomen is gelijkmatiger verdeeld over de bevolking. Het begrip arbeid wordt gerelativeerd in het kader van het gemeenschappelijk sociaal belang. Aan lokale overheden worden meer bevoegdheden toegekend.

Voor de drie scenario's kan het recreatiepatroon, naar verschillende ruimtelijke categorieën, worden ingeschat (tabel 2). In alle scenario's stijgt de recreatie in de woning (hobby's, familie- en kennissenbezoek, enz.) en de woonomgeving (verenigingsleven, buitenspelen, wandelen, enz.).

Tabel 1: Evolutie van de factoren die de vrijetijdsbesteding bepalen volgens 3 scenario's.

Kenmerken	Referentie scenario	Polarisatie-scenario	Solidariteits-scenario
Demografische factoren			
Totaal aantal inwoners	stijging tot 2000, daarna daling		
Economische factoren			
Werkloosheid	+	++	-
Herverdeling arbeid	o+	o	+
Inkomen per individu	o	werkenden: o werklozen: --	o-
Inkomensverschil tussen hoge en lage inkomensgroepen	+	++	o+
Maatschappelijke factoren			
Relativering van de arbeidsetiek	o+	o	+
Rolherverdeling man & vrouw	o+	o	+
Invloed technologische ontwikkelingen	+	+++	++
Bestuurlijke factoren			
Subsidiëring	-	--	+
Regelgeving	-	--	o

0 weinig tot geen verandering, 0+ beperkt groter, + groter, - kleiner, ++ veel groter, -- veel kleiner.

Bron: Scenario's vrije tijd, Rijksplanologische Dienst, 1986.

Tabel 2: Trends in recreatie naar ruimtelijke categorieën volgens de drie scenario's.

Ruimtelijke categorie	Referentiescenario	Polarisatiescenario	Solidariteitsscenario
Woning	+	+	+
Woonomgeving	o+	o+	+
Binnenstad	+	+	-
Stadsrand	o	-	+
Landelijk gebied	+	o-	+

0+ beperkt groter, 0- beperkt kleiner, + groter, - kleiner.

Bron: Scenario's vrije tijd, Rijksplanologische dienst, 1986.

De toenemende recreatie in de stadsrand (vissen; binnen- en buitensport; speeltuin; dierentuin) voor het referentiescenario is het resultaat van een verhoogde belangstelling voor mobiele recreatie (autorijden, fietsen, wandelen). In het polarisatiescenario wordt de stijging van de mobiele recreatie met de auto teniet gedaan door een dalende belangstelling voor sport en attractiepunten. In het solidariteitsscenario neemt de belangstelling toe voor attractiepunten en mobiele recreatie zoals fietsen en wandelen.

In het polarisatiescenario daalt de recreatie in het landelijk gebied, vooral de amfibische recreatie (d.i. recreatie aan zee en strand, meren, plassen en rivieren). Binnen de watersport valt er een toename voor surfen, zeilen en motorboot-recreatie te verwachten. In het solidariteitsscenario neemt de amfibische recreatie toe. Binnen het segment van de watersporten is er een toename te voorzien voor roeien en kanoën ten koste van surfen, zeilen en motorboot-recreatie.

1.2 | Toerisme

Participatie

Belgen nemen 67 % van de gemiddeld 36 miljoen overnachtingen voor hun rekening. 85 % van de buitenlandse toeristen komen uit de ons omringende landen. Ongeveer 80 % van de cliëntèle aan de kust en ongeveer de helft van de cliëntèle in de Kempen bestaat uit Belgen. Er kamperen ongeveer 500 000 jongeren per jaar, voornamelijk in de Kempen.

Over de periode 1982-91 is er voor het binnenlands toerisme een stijging van 3,4 miljoen overnachtingen vastgesteld. Per jaar nemen de hoofdvakanties toe met 3 % en de nevenvakanties met 10 %. De wintervakanties nemen jaarlijks gemiddeld met 11 % toe, de zomervakanties met 4 %. Het aantal korte vakanties stijgt sneller dan het aantal lange vakanties.

In 1982 gaat 47 % van de Vlamingen op vakantie, in 1991 stijgt dit aandeel tot 61 %. Het aantal genomen vakanties per jaar stijgt van gemiddeld 1,34 naar 1,61. Per 100 Belgen worden er nu per jaar 35 korte vakanties genomen, en neemt 24,1 % minstens 1 maal in het jaar een korte vakantie.

Spreiding in tijd

Juli is veruit de belangrijkste afreismaand: één derde van alle vakanties begint in juli. 55 % van de vakanties beginnen in juli en augustus. Juni volgt met 7,7 % en september met 6,8 %. Bij uitsplitsing van de neven- en hoofdvakanties blijken ook veel nevenvakanties te beginnen in de periode juli - augustus. Dit wijst op een structuurverandering in de vakanties van de Belgen. Het relatieve belang van de hoofd- en zomervakantie is gedaald ten voordele van neven- en wintervakanties. Er worden ook relatief veel nevenvakanties opgenomen in de maanden februari tot en met april en in december.

Bij uitsplitsing naar vakantiebestemming duiken er verschillen in spreiding in de tijd op, maar het hierboven geschetste patroon is algemeen herkenbaar. De kust is vooral in trek tussen maart en september en de Kempen tussen maart en december. De rest van Vlaanderen kent eerder succes buiten de topmaanden, namelijk tussen december en april. Gepensioneerden gaan relatief meer in het voor- of naseizoen met vakantie.

Vakanties in de kunststeden zijn over het hele jaar gespreid. Kleine historische steden kennen een concentratie van vakanties tijdens het hoogseizoen. Tussen 1982 en 1991 steeg het aandeel korte vakanties in het laagseizoen van 22,4 % naar 25,6 %.

Spreiding in ruimte

De traditionele vakantiegebieden in Vlaanderen zijn de kust en de Kempen. Het binnenlands toerisme neemt toe, maar minder snel dan het buitenlands toerisme. Voor korte vakanties in de periode 1982-88 daalt het aandeel van de kust ten voordele van de Kempen en andere binnenlandse bestemmingen. Belangrijk zijn ook de 4 miljoen overnachtingen van jeugdbewegingen, geconcentreerd in de Kempen en in mindere mate in de Westhoek.

Het grootst aantal overnachtingen van buitenlanders vindt plaats aan de kust (3,7 miljoen overnachtingen), gevolgd door de kunststeden (2,5 miljoen) en de Kempen (2,3 miljoen).

Verplaatsingsgedrag

Omdat Belgen steeds meer naar verdere bestemmingen reizen tijdens de lange vakanties, daalt het belang van de auto (voor de periode 1982-91 van 69 % naar 63 % van de vakanties). Het aandeel van de touringcar en het vliegtuig neemt toe respectieve-

lijk van 7 % naar 12 % en van 11 % naar 14 % tussen 1982 en 1991. Voor de korte vakanties van de Belgen ligt de situatie anders. De auto is in 78 % van de vakanties het transportmiddel, trein volgt met 9,4 % en vervolgens de touringcar met 7,3 %. Boot en vliegtuig zijn respectievelijk goed voor 2,4 % en 1,7 %.

Accommodatie

In het woningenbestand aan de kust neemt het aandeel van de vakantiewoningen toe van 33 % in 1961, 40 % in 1970, tot 43 % in 1981. Voor het Vlaamse Gewest ligt dit aandeel tijdens dezelfde periode tussen 2 % en 4 %. Momenteel zijn er aan de kust ruim 60 000 individuele vakantiewoningen.

In het afgelopen decennium steeg het aandeel van hotels en huurwoningen als belangrijkste logiesvormen. Dit ging vooral ten koste van niet-commerciële verblijfsvormen (onderdak bij familie of vrienden en tweede verblijven) en in mindere mate van campings en sociale logiesvormen. Voor korte vakanties heeft tussen 1982 en 1991 een verschuiving plaats gevonden van hotels en campings naar huurvakantiewoningen (met o.a. vakantiedorpen).

Trends in de participatiegraad en het toerismepatroon

Een evolutie naar sterkere individualisering van het gedrag van recreanten en toeristen brengt een stijgende behoefte aan maatwerk met zich mee en verhoogt de verscheidenheid aan vormen van vrijetijdsbesteding. Binnen deze verscheidenheid is er een groeiende belangstelling voor cultuur (-geschiedenis) en natuur, een groeiend milieubewustzijn, een toenemend verlangen naar authentieke en unieke ervaringen, aandacht voor de gezondheid en belangstelling voor actieve vakanties.

Kwantitatief wordt de vraag naar toerisme bepaald door het geheel van demografische factoren, economische evoluties, transport (technologie, prijs) en socio-culturele factoren. De belangrijkste demografische factor is de vergrijzing van de bevolking. Gepensioneerden zullen in 2000, in tegenstelling tot de huidige groep 60-plussers, een traditie van reizen opgebouwd hebben, zodat vanuit deze groep een stijgende vraag naar toerisme verwacht kan worden.

In het referentiescenario neemt de weekend-recreatie toe, waarbij geopteerd wordt voor accommodatie zoals hotel en pension, zomerhuis en bungalow, caravan en onderdak bij vrienden en kennissen. Ook de frequentie van lange verblijven neemt toe en door de toename van één- en tweepersoonshuishoudens wordt een betere spreiding over het jaar mogelijk.

De algemene staat waarin het milieu zich bevindt, wordt geacht een geringe invloed te hebben op de bestemmingskeuze. De plaatselijke toestand van de omgeving kan de toerist echter wel beïnvloeden bij de keuze van bestemming (bv. aanwezigheid van toegankelijke, niet bebouwde duinen).

De globale omvang van de toeristische activiteit in de Europese Unie zal tussen 1990 en 2000 jaarlijks groeien met 3,4 %. In de eerste helft van de jaren negentig zal de jaarlijkse groei 1,7 % bedragen en 5,1 % in de tweede helft. Voor België en Luxemburg wordt er tussen 1990 en 2000 een groei verwacht van 4 %.

Een recente trend is de stijging van toerisme in ongecontroleerde milieus, als uiting van de zoektocht naar originele ervaringen en plaatsen. Het plattelandstoerisme zal hierdoor dan ook één van de belangrijkste groeimarkten zijn.

De werkgelegenheid in de Belgische toeristische sector zou in de jaren negentig met 40 % toenemen. Ook de toeristische ontvangsten zouden in die periode met 40 % stijgen.

1.3 | Aanbod

Groen

De volgende types van grondgebruik worden interessant geacht voor de recreatieve en toeristische sector: akkers, velden en weiden, bossen, parken, braakgronden en natuurrecreatieve gebieden. Onder natuurrecreatieve gebieden verstaan we het geheel van moerassen, terrils, heidegebieden, duingebieden en stranden.

72 % (993 972 ha) van de Vlaamse oppervlakte wordt gebruikt als akker, veld of weide. Bossen (103 756 ha) maken slechts 8 %-10 % van de totale oppervlakte uit. De oppervlakte aan natuurrecreatieve gebieden (19 955 ha) komt overeen met 1,5 % en parken (11 125 ha) en braakgronden (11 736 ha) met minder dan 1 % van de totale Vlaamse oppervlakte.

Concentraties van bossen zijn aanwezig in de Noorderkempen (32 995 ha), het Kempisch plateau (16 832 ha) en het zuidelijk kerngebied Brabant (10 983 ha). Alhoewel deze drie streken samen slechts 20 % van het Vlaamse grondgebied omvatten, bevindt er zich bijna 60 % van de Vlaamse bossen. Grote concentraties van natuur-recreatieve gebieden zijn aanwezig op het Kempisch plateau (9 462 ha), in de strand- en duinenstrook aan de kust (4 220 ha), in de Noorderkempen (3 362 ha) en in mindere mate in de Zuiderkempen (1 546 ha). Op slechts 27 % van het Vlaamse grondgebied bevinden zich 93 % van alle natuurrecreatiegebieden, de overige natuurrecreatiegebieden liggen verspreid over 73 % van de Vlaamse oppervlakte. Parken zijn geconcentreerd in de omgeving van de grote Vlaamse steden, Antwerpen, Brussel en Gent. Op 54 % van het Vlaamse grondgebied komt 80 % van de parken voor.

De helft van de groenoppervlakte in Vlaanderen (recreatiegebieden, sport- en spelgroen, parken, bossen en natuurgebieden) is privé-bezit en daarom dikwijls ontoegankelijk. Eén derde is in het bezit van de gemeenten. Het groen van de gemeenten bevindt zich hoofdzakelijk binnen de bebouwde kom. De voornaamste tekorten aan groen in functie van de vraag van recreanten zijn gelokaliseerd in de plangebieden IIa en IIb (figuur 1).

Infrastructuur

Campings en weekendverblijven, sportvelden en golfterreinen, vliegvelden en grote parkeerterreinen beïnvloeden de structuur van het landschap. Campings en weekendverblijven zijn aanwezig in de Noorderkempen en op het Kempisch plateau. 60 % van de oppervlakte ingenomen door campings en weekendverblijven zijn geconcentreerd op slechts 16 % van het Vlaamse grondgebied. Aan de kust is 36 % van de campings en weekendverblijfcentra van Vlaanderen gelokaliseerd. Vliegvelden en grote parkeerterreinen nemen logischerwijze het meeste oppervlakte in rond de nationale luchthaven van Zaventem en de twee grote regionale luchthavens van Vlaanderen (Deurne en Oostende). Sportvelden en golfterreinen zijn gesitueerd in de Noord-Vlaamse Zandstreek, lemig Binnen-Vlaanderen, de Kempen en het zuidelijk kerngebied Brabant. Ongeveer 60 % van het Vlaamse grondgebied bevat 80 % van deze sportvelden en golfterreinen.

Een studie van het VCGT (1993) rangschikt de infrastructuurgegevens per provincie. Hieruit blijkt dat de provincies West-Vlaanderen, Limburg en Antwerpen qua infrastructuur het hoogst scoren. West-Vlaanderen bezit 32 % tot 77 % van het aanbod aan hotels, kampeerterreinen, jeugdvakantiehuizen en -herbergen, collectieve logiesvormen, vakantiecentra en -dorpen en tweede verblijven. Limburg heeft vooral veel kampeerterreinen, jeugdvakantiehuizen, jeugdkampen en vakantiedorpen. Antwerpen scoort hoog in kampeerterreinen, jeugdherbergen en vakantiedorpen.

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

2.1 | Plangebieden en milieu- en natuurwaarden

Het Vlaamse grondgebied wordt opgedeeld in plangebieden. Voor deze opdeling hebben we gebruik gemaakt van onder andere de grote traditionele landschappen (figuur 1).

Figuur 1: Plangebieden van Vlaanderen.



Bron: Mens en Ruimte, 1993.

We beschrijven de milieu- en natuurwaarden die medebepalend zijn voor de aantrekkelijkheid van het plangebied en voor de aard van de activiteiten.

Plangebied Ia - Strand en duinen

De grote waarde van strand en duinen is vooral het gevolg van intrinsieke fysische en ecologische eigenschappen: de combinatie van zee, fijne zandstranden en duinen heeft voor bezoekers een hoge belevingswaarde. Door een ruimtelijke ordening die gericht is op de aanhoudende vraag vanuit de toeristische sector, wordt het resterende duingebied steeds verder ingenomen en versnipperd door bebouwing en infrastructuur.

Plangebied Ib - Zeepolders

De zeepolders kenmerken zich door een eigen open landschapsbeeld. Belangrijke mogelijkheden zijn aanwezig voor extensieve recreatievormen gericht op het recreatief medegebruik van de landbouwgebieden en bevaarbare waterlopen. Dankzij het overwegend vlakke reliëf leent het gebied zich bij uitstek voor recreatief fietsen. Voor wandelen biedt het open landschap vaak te weinig afwisseling. Door de nabijheid van de kust wordt het gebied gebruikt voor de vestiging van toeristische en recreatieve structuren.

Plangebied IIc - Binnen-Vlaanderen

Het overwegend zacht glooiende landschap van Binnen-Vlaanderen met gesloten karakter, afgewisseld met de steile heuvels (met talrijke uitzichtspunten en relatief grote toegankelijke boscomplexen) van de Vlaamse Ardennen trekt veel bezoekers. De agrarische structuur biedt belangrijke mogelijkheden voor korte verblijven, wat kan leiden tot een verdere ontwikkeling van de verblijfsaccomodatie.

Plangebied IIIa- Noorderkempen

Door een ruim aanbod van toegankelijke en uitgestrekte bos- en natuurgebieden zoals de Kalmthoutse heide en de duinenrug Herentals-Kasterlee-Retie zijn de Noorderkempen zowel voor recreatie als voor toerisme van belang. De bossen bestaan overwegend uit jonge en homogene bestanden van gewone den. Verwacht wordt dat de tendens naar natuurgericht bosbeheer zal resulteren in een meer gevarieerd bosbeeld, wat de aantrekkelijkheid voor recreatie zal verhogen. Deze ontwikkelingen, naast de sterk groeiende verstedelijking, zullen het recreatief gebruik van bos- en natuurgebieden doen toenemen.

Plangebied IIIb - Zuiderkempen

In de oostelijke helft van de Zuiderkempen hebben intensieve recreatie en toerisme zich uitgebreid ontwikkeld (o.a. Bokrijk, Hengelhoef, Kelchterhoef). Ondanks de gevorderde verstedelijking en industrialisering zijn hier nog uitgestrekte natuurgebieden met vijvers, heide, bossen en beekvalleien. De tendens naar grootschalige projecten en naar 'natuursporten' zoals mountain biking, oriëntatielopen, kayak varen en paardrijden, doet de recreatiedruk in waardevolle gebieden toenemen.

Plangebied IIId - Vlakte van Bocholt

Door de afwisseling van kleinschalige landbouwgebieden, beekvalleien, moerassen, bossen en heide evenals door de aanwezigheid van stiltegebieden en visrijke waterlopen, is de vlakte van Bocholt erg geschikt voor extensieve recreatie, gericht op medegebruik van de landelijke gebieden. Wandelen en fietsen zijn er belangrijke recreatieve activiteiten.

Plangebied VIIb - Kerngebied Brabant - Zuidelijk deel

Het zuidelijk deel van het kerngebied Brabant heeft een nog relatief aantrekkelijk golvend landschap en uitgestrekte toegankelijke boscomplexen, die veelal uit beuken bestaan. De recreatie in die boscomplexen is van groot belang voor de bevolking van de nabij gelegen sterk verstedelijkte kernen.

Plangebied VIIIa - Land van Herve - Noordelijk deel

Het Land van Herve is een betrekkelijk gaaf agrarisch landschap dat bestaat uit een mengeling van weiden met hagen, hoogstam-boomgaarden, bossen en holle wegen. De rust, de stilte en de relatief zuivere visrijke waterlopen zijn zeer aantrekkelijk. Recent kwamen het plattelandstoerisme en het recreatief medegebruik van het landelijk gebied tot ontwikkeling. De te verwachten sterke toename van toerisme en recreatie zal leiden tot een toenemend gebruik van de natuurbronnen.

2.2 | Indicatoren voor het gebruik van milieu- en natuurwaarden

Tabel 3 geeft een overzicht van welke indicatoren belangrijk zijn voor de gegeven activiteit. De tabellen erna geven aan hoe die indicatoren gemeten kunnen worden, wat de huidige situatie is en welke trends zich voordoen. De indicatoren geven aan in hoeverre en welke delen van de natuur of welke componenten van het milieu geraakt worden. Daarnaast kan men voor elk gebied de 'milieugebruiksruimte' bepalen. Dit is het geheel van natuurlijke hulpbronnen dat met de bestaande technologie voor consumptie beschikbaar is, zonder dat het regeneratievermogen van natuur en milieu wordt aangetast. Op het moment dat de milieugebruiksruimte voor een gebied bekend is, kan de vergelijking tussen het gebruik (bepaald met behulp van de indicatoren) en de milieugebruiksruimte aantonen waar er bijgestuurd moet worden.

Tabel 3: Verband tussen activiteiten en indicatoren.

Activiteit	Indicator
Transport	ruimte, energie
Accommodatie	water, ruimte, energie,
Harde recreatie: motor-crossen, mountain biking	water, ruimte, transport, energie biodiversiteit
Attracties: pretparken e.d.	water, ruimte, transport,energie, biodiversiteit
Strand- en duinrecreatie	ruimte, biodiversiteit
Intensieve watergebonden recreatie: kayak varen, surfen, zeilen, enz.	water, ruimte, transport, energie
Sport	ruimte
Jacht en visserij	ruimte, biodiversiteit
Touring en trekking	ruimte, biodiversiteit, stilte
Stedelijk toerisme	ruimte, transport, energie
Binnenhuisrecreatie en familiebezoek	energie

Bron: Mens en ruimte, 1994.

Bij de indicator water spelen zowel het gebruik van de voorraad als de kwaliteit een belangrijke rol (tabel 4 en tabel 5). Water wordt wereldwijd beschouwd als hét knelpunt voor de 21ste eeuw.

Tabel 4: Waterverbruik.

Meetmethode	Huidige situatie	Trend
1. Huishoudelijk-waterconsumptie per persoon per dag (pppd)		
verbruik thuis	108 l	Autonoom scenario: 141 l Conventionele besparing: 94 l Doorgedreven besparing: 49 l
verbruik op vakantie	150-211 l	300 l in 2000
2. Aandeel van het toerisme in het totaal waterverbruik	0,3-0,6 % of 115 000 tot 230 000 m^3 per jaar	groter
3. Meerverbruik door toerisme	0,15-0,3 % of 57 000 tot 115 000 m^3 per jaar	groter
4. Afhankelijkheid van drinkwater uit Wallonië	Vlaanderen: 20 % kuststreek: ± 50 %	groter groter

Bron: EC DG XI, 1993; Economist Intelligence Unit, 1992; Mens en Ruimte, 1993.

Tabel 5: Waterkwaliteit: zwemwaters die voldoen aan de Europese richtlijn.

Norm	Deel van de zwemwaters dat voldoet (%)	Trend
Grenswaarde		
binnenland	38	kleiner
kust	8	kleiner
Richtwaarde		
binnenland	32	kleiner
kust	38	kleiner

Bron: VMM, 1993.

In de grenswaarde is slechts een beperkte concentratie van *salmonella*-bacteriën toegestaan; de richtwaarde is strenger dan de grenswaarde maar houdt geen rekening met de *salmonella*-bacteriën. Daarom is er een niet-logisch verschil tussen het lage aantal stranden dat voldoet aan de grenswaarde ten opzichte van het aantal stranden dat voldoet aan de strengere richtwaarde.

Ruimte is een belangrijke indicator voor het gebruik van milieu- en natuurwaarden. 1,2 % van de Vlaamse oppervlakte is bedekt met accomodatie en infrastructuur ten dienste van recreatie en toerisme, hotels niet inbegrepen. In de kuststreek stijgt dit tot 57,5 %. Uit de plannen voor vakantiedorpen bijvoorbeeld stellen we een stijgende trend vast, zelfs in de kuststreek. Daartegenover staat dat 84 % van Vlaanderen nog niet bebouwd is en te gebruiken voor recreatie en toerisme (landbouwgebieden, bossen, natuurgebieden, enz.). 8,3 % van de Vlaamse oppervlakte worden als 'groen' beschouwd met 1,5 % Vlaamse oppervlakte beschikbaar voor de recreatie als opengesteld bos, 0,8% als park, en 1,5 % als natuur en/of recreatiegebied. In totaal heeft dus 3,8 % van de Vlaamse oppervlakte een recreatieve functie (Morfologische kaart, Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen).

Transport is in het toerisme zowel een activiteit (tabel 3) als een indicator (tabel 6). Verkeer verbruikt energie en ruimte (zie II.8 Verkeer en vervoer). Tabel 6 beperkt zich tot het aangeven van het aandeel van de sector toerisme en recreatie tot de verkeersproblematiek.

Tabel 6: De indicator transport voor het meten van het gebruik van de natuur- en milieuwaarden.

Meetmethode	Huidige situatie	Trend
Aandeel van het aantal aankomsten per auto in het totaal aantal aankomsten		
a) voor recreatie	stedelijke ééndagbezoeken: 58 %	groter
	pretparkbezoeken: 72 %	..
	kustrecreatie: 82 %	..
	gemiddelde voor alle daguitstappen: 83 %	
b) voor toerisme	62,5 %	groter
Aandeel van het sociaal-recreatief verkeer in het totale autoverkeer	ongeveer 50 %	..

Het globale energiegebruik voor recreatie en toerisme is niet bekend, maar we kunnen toch een schatting geven van de energie gebruikt door de infrastructuren en door het transport. Per persoon gebruiken recreatieparken gemiddeld 25,8 kJ per bezoek, voor verblijfsrecreatie is er 91,3 kJ per dag per persoon nodig en voor binnenhuisrecreatie 3 165 kJ per persoon per jaar. Het toeristisch recreatief autoverkeer vormt de helft van het totaal autoverkeer en gebruikt 65,1 PJ per jaar (CES, 1990). Voor al deze vormen van energiegebruik verwachten we een stijgende trend in de komende jaren.

Biodiversiteit is een indicator voor het gebruik van flora en fauna. Hoewel inventarisatie van planten en dieren als techniek voldoende bekend is, is bij gebrek aan systematisering van de gegevens de stand van zaken onduidelijk. Alleen plaatselijk en bij herhaalde inventarisatie is inschatting van het gebruik mogelijk. Biologische waarderingskaarten geven wel een idee van de gebruiksmogelijkheden en de kwetsbaarheden, bekeken vanuit de plantenwereld. Deze kaarten zijn echter heel verscheiden opgemaakt (door verschillende mensen en gebruik makend van verschillende methodes) en zijn voor bepaalde streken en bepaalde ecosystemen onnauwkeurig.

3 | Besluit

In tabel 7 geven we een overzicht van de onderlinge afhankelijkheden tussen de verschillende activiteiten in de sector en milieukwaliteit en natuur.

Er zijn veel leemten in de kennis omtrent het gebruik van de natuur- en milieuwaarden zodat de knelpunten nog moeilijk te kwantificeren zijn. Als belangrijkste knelpunten (of zijn het uitdagingen?) signaleren we:

- *Transport:* Het verkeer ten gevolge van recreatie en toerisme is een zeer belangrijke gebruiker. De stijging van het aantal korte vakanties verhoogt de verkeersstroom nog.
- *Waterrecreatie:* Om aan waterrecreatie als groeiende sector tegemoet te komen is waterzuivering een dwingende noodzaak.
- *Wonen en recreatie:* Er is een trend naar meer recreatie in de woonomgeving. Dit verhoogt de druk op 'groen' rond de woonomgeving. 60 % van de Vlaamse gemeenten voldoen niet aan de richtnorm betreffende het areaal groen. Globaal is er gebrek aan voor recreatie bruikbaar groen over Vlaanderen. De opengestelde bosoppervlakte is te klein, 40 000 ha te weinig en er is sowieso een tekort van 50 000 ha bos voor de sociale functie.
- *Stadstoerisme:* Het stadstoerisme geeft weinig milieu-effecten. Dit zou dus gestimuleerd kunnen worden.
- *Mobiele recreatie:* De stijgende aandacht voor mobiele recreatie verhoogt de druk op de afgelegen groene gebieden. Vooral de mountain-bikes, cross-motoren en terreinwagens vormen een groeiend probleem.
- *De kust:* Zowel de bebouwing als de congestie dreigen de waarde van dit gebied te ondermijnen.

Tabel 7: Belangrijke afhankelijkheden van de sector tegenover milieu- en natuurwaarden.

	Transport	Accommodatie	Harde recreatie (mountain biking, enz.)	Attracties	Strand-, zee- en duinenrecreatie	Intensieve water-recreatie	Intensieve landre-creatie	Jacht en visserij	Touring en trek-king	Stedelijk toerisme	Familie en kennis-senbezoek
Ecologische parameters											
Abiotische parameters											
Bodemstructuur									+		
Afval									+		
Waterkwaliteit					++			++			
Watervoorraad		++		++		+	+	+	+	+	
Geluid								+	+	+	
Luchtkwaliteit								+	+	+	
Verandering van klimaat					++				+	+	
Biotische parameters											
Flora								++	+		
Fauna								++	+		
Biodiversiteit								++	++		
Specifieke ecosystemen (bos, heide, duinen, graslanden, enz...)		++	++		++			++	+		
Fysische parameters											
Open Ruimte											
Landschapsfysionomie		++	++	++	++			+	++		
Landschapselementen				++					++		
Agrarische gebouwen								+	++		
Ruimtelijke samenhang en versnippering								+	+	+	
Verlies open ruimte								++	++		
Bebouwde ruimte											
Stedelijk weefsel in stedebouwkundige samenhang										++	
Architectonische kwaliteit		++								++	
Monumenten en patrimonium										++	
Infrastructuur											
Congestie				++	++					+	+
Inductie nieuwe infrastructuur					++					+	

++ belangrijke invloed; + aanwezige invloed.

Begeleiders

U. Claeys, R. De Bruyn, Vlaams Commissariaat-Generaal voor Toerisme

R. De Keyser, West-Vlaams Economisch Studiebureau

L. Dercon, Belgroma

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

D. Yzewyn, SESO, UFSIA

II.10 Infrastructuren

L. Dercon, L. Vanhaute, Belgroma

In dit hoofdstuk verstaan we onder infrastructuren alle constructies om diverse maatschappelijke functies mogelijk te maken, zoals verkeer, energievoorziening, waterwinning, industrie, land- en bosbouw, recreatie en toerisme, en afvalverwijdering. De verstoringen door infrastructuren zijn ofwel een gevolg van het *bouwen* ervan, ofwel van hun loutere *aanwezigheid* en van hun *functioneren*, ofwel van hun *afbraak*.

1 | Beschrijving

1.1 | Wegen

Tabel 1 geeft het groeiritme van de grote verbindingswegen in België tijdens de periode 1960-90 en in Vlaanderen tijdens de periode 1980-92. Tijdens de periode 1960-90 gebeurde deze inventarisatie door het nationale Ministerie van Openbare Werken. Tussen 1980 en 1990 werd de volledige provincie Brabant bij Vlaanderen gerekend. Vanaf 1991 houdt het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap de inventarisatie bij, waarbij Vlaams-Brabant uiteraard als onderdeel van het Vlaamse Gewest wordt gerekend en waarbij de indeling van de grote verbindingswegen enigszins anders verloopt: de vroegere rijkswegen worden nu gewestwegen genoemd, terwijl er ook sprake is van E-wegen. Deze E-wegen vallen deels samen met gewestwegen, provinciewegen en gemeentewegen.

Tabel 1: Gemiddeld groeiritme in % per jaar van de grote verbindingswegen tussen 1960-92.

	België			5 Vlaamse provincies (incl. Waals-Brabant en Brussel)	Vlaamse Gewest
	'60-'69	'70-'79	'80-'90	'80-'90	'91-'92
Autosnelwegen	+9,7	+17	+3,3	+1,9	+0,55
Rijkswegen	+0,37	+1,3	+0,92	+0,75	-
Provinciewegen	-0,45	+1	+0,06	+0,6	0
Gewestwegen	-	-	-	-	+0,3
E-wegen	-	-	-	-	-0,2

Bron: Ministerie van Openbare Werken; NIS, 1990[1]; Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, 1994[2].

Uit tabel 1 blijkt dat het Vlaamse net van grote verbindingswegen zich in de jaren '80 nog uitbreidde, maar aan het begin van de jaren '90 vrijwel niet meer. Het huidige totale wegennet in Vlaanderen bereikt een dichtheid van 4,2 km per km^2. Dit is een record in Europees regionaal verband.

De *planning* voor 1993-95 inzake Vlaamse autosnelwegen, E-wegen en gewestwegen (met bijkomende fietspaden) bevat zes projectgroepen[3].

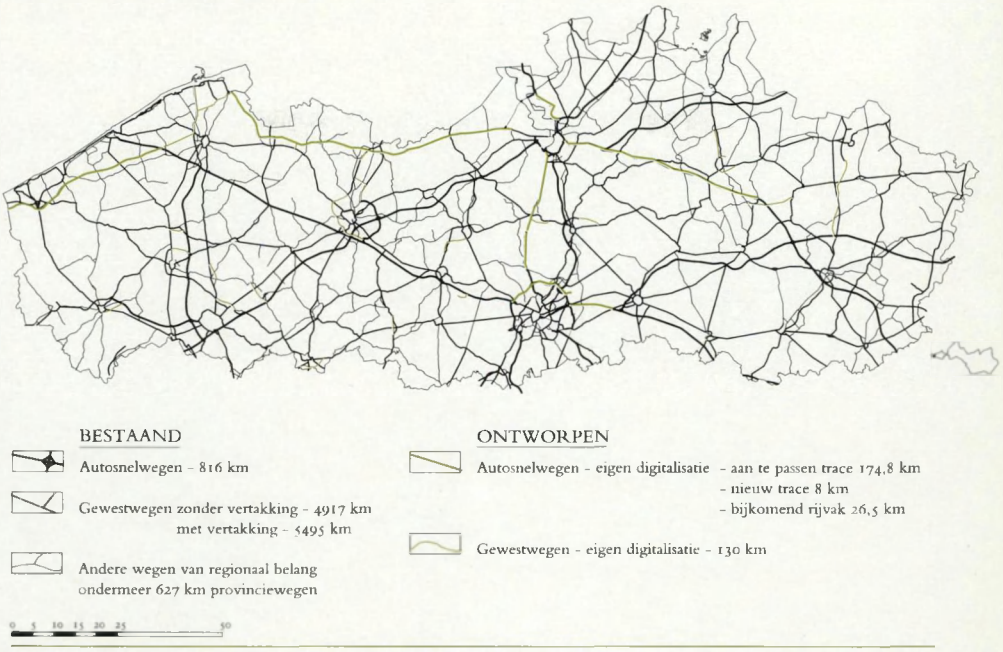
- *Veiligheid en structureel onderhoud.* Het betreft hier saneringS- en renovatiewerken, vervangen van deficiënte veiligheidsconstructies, saneringen van wegdekken en wegnemen van spoorvorming, verbetering van kruispunten, herstelling van kunstwerken, bochtverbeteringen, enz.
- *Verkeersafwikkeling en continuïteit.* Hiermee bedoelen we: de afwerking en de sluiting van stadsringen en dorpsomleidingen, de verbreding en de aanpassing van op- en afritten, nieuwe omleggingen en tangentiële verbindingen van autosnelwegen en expresswegen.
- *Leefbaarheidsprojecten.* Dit zijn doortochtenprogramma's, projecten ter bestrijding van geluidshinder, carpooling-programma's en beplantingen.
- *Fietspaden*
- *Belangrijke economische projecten.* Voorbeelden hiervan zijn het omvormen van expresswegen tot autosnelwegen, het creëren van nieuwe verbindingen en nieuwe op- en afritten.
- *Bijzondere projecten.* Dit zijn veelal vrijliggende fietspaden, enkele verbindingen met het autosnelwegennet, enz..

De vier Vlaamse provincies (Limburg heeft geen provinciewegen) plannen tot 1996 een reeks verbeteringswerken van de provinciewegen. Het gaat hier om doortochten, fietspaden, kruispunten en enkele kleinere omleidingen die geen verlenging van het provinciaal wegennet en geen noemenswaardig ruimtebeslag inhouden. Het tempo van verbeteringswerken zal waarschijnlijk tijdens de komende jaren toenemen.

Het ontwerp *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen* en het *Vlaams Infrastructuurplan* (VIP)[4] stellen voor om, naast de bovenvermelde drie-jarenplanning, enkele projecten met beperkt nieuw ruimtebeslag toch op te nemen in de planning op middellange termijn. Dit zijn de omvorming tot autosnelweg en doortrekking tot Zeebrugge van de expressweg A11/N49 Antwerpen-Zelzate-Maldegem, de vervollediging van de A18 van Veurne tot de Franse grens, de volledige ontsluiting van de havens van Oostende en Zeebrugge, de afwerking van de Grote Ring om Gent (R4) en Rodenhuizetunnel, de verder uitbouw van de Antwerpse Ring (R1) en van de toegangswegen naar Liefkenshoektunnel, de optimalisering Antwerpen-Brussel en van de Brusselse Ring, van de toegang naar de luchthavan Brussel-Nationaal en van de E313.

Figuur 1 geeft een overzicht van de bestaande en de geplande hoofdwegen.

Figuur 1: Bestaande en geplande hoofdwegen.



Bron: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1992[1],1994[2], VIP[4].

1.2 | Spoorwegen en spoorwegstations

Tabel 2 geeft een overzicht van het Belgisch spoorwegennet tijdens de periode van 1970 tot 1991. Er zijn geen cijfers beschikbaar voor het Vlaamse Gewest alleen.

De lengte van het Belgisch spoorwegennet daalde tijdens de periode van 1970-91 met gemiddeld 0,8 % per jaar, vanwege een daling van het spoorwegennet voor goederenvervoer. Het net voor gemengd vervoer daarentegen steeg tijdens deze periode.

Tabel 2: Evolutie van de lengte van het Belgisch spoorwegennet en van het aantal overwegen, stations en stopplaatsen van 1970 tot 1991.

	1970	1980	1991
Net uitsluitend voor goederenvervoer (km)	2 255	1 012	669
Gemengd net voor goederen en passagiers(km)	1 910	2 959	2 797
Totaal	*4 165*	*3 971*	*3 466*
Aantal onbewaakte overwegen	3 420	3 092	2 232
Aantal bewaakte overwegen	598	206	78
Aantal stations en stopplaatsen	1 109	1 003	693

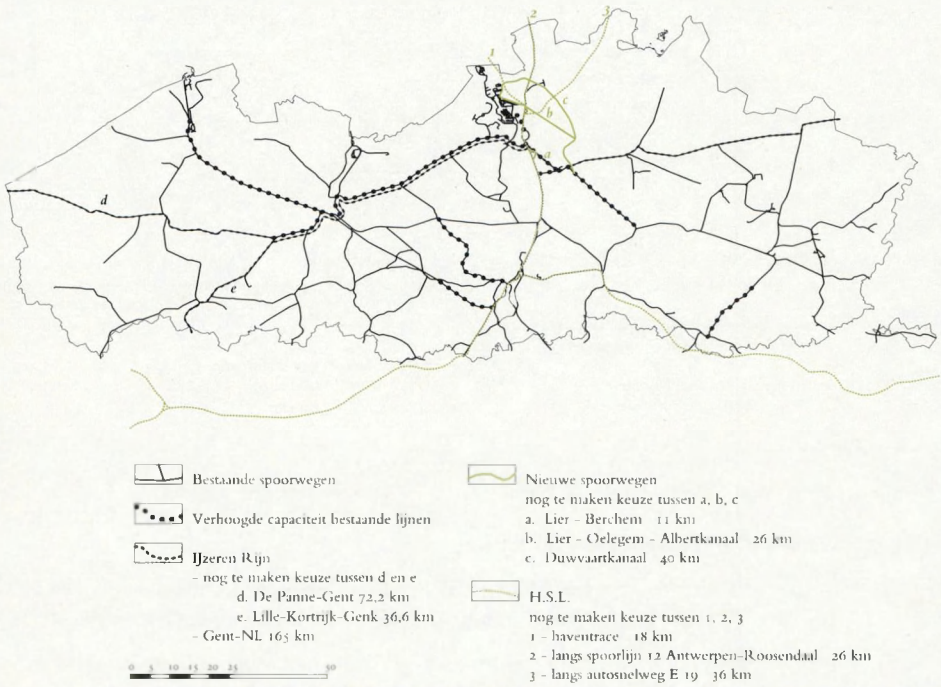
Bron: NMBS; NIS, 1993-94[5]

De afbouw van het totale spoorwegennet is sinds het einde van 1993 beëindigd. Een *nieuwe planning* van de NMBS zit vervat in het STAR 21-plan (Spoor Toekomst-Avenir du Rail), waarbij de overblijvende lijnen kwalitatief geoptimaliseerd zullen worden en enkele nieuwe lijnen gerealiseerd worden. Ook de planning voor de hoge-snelheidstrein (H.S.T.) is hierin begrepen. Het betreft hier een lange-termijnplanning tot 2020. De *uitgangspunten* van het STAR 21-plan zijn snel verkeer op lange afstanden en frequent verkeer op korte afstanden. Dit moet gerealiseerd worden door supersnelle internationale treinen, snelle treinen tussen de grote centra en frequente voorstadsdiensten naar de grote agglomeraties indien dit maatschappelijke voordelen oplevert.

Het ontwerp van Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen en het VIP[4] pleiten overigens tevens voor de ontwikkeling van de zogenaamde IJzeren Rijn; dit is de lijn Chunnel-Gent-Antwerpen-Lier-Herentals-Overpelt-Weert (Nl)-Roermond(Nl)-Roergebied (D), met ofwel Chunnel-De Panne Gent, ofwel Chunnel-Lille-Gent.

Figuur 2 toont de bestaande en geplande sproowegen.

Figuur 2: Bestaande en geplande spoorwegen.



Bron: NMBS; STAR 21-plan en H.S.T.-dossier; VIP[4].

1.3 | Waterwegen

De waterwegen in het Vlaamse Gewest vormen een uitgebreid net van 1 061 km lengte of 185,4 km per miljoen inwoners. Dit net van waterwegen is tijdens de laatste drie decennia nauwelijks veranderd.

Tijdens de periode 1961-91 werden werken uitgevoerd om onder meer het globale vaarwegennet toegankelijk te maken voor scheepvaart tot 1 350 ton en bepaalde kanalen voor scheepvaart tot 2 000 ton of tot 9 000 ton voor duwvaartconvooien.

Het Strategisch Plan voor de scheepvaartwegen (SPLASCH 2002)[6] van het Vlaamse Gewest voorziet de belangrijkste aanpassingen op de assen Antwerpen-Luik, Charleroi Brussel-Antwerpen en Gent-Noord-Frankrijk. Het VIP[4] (niet weergegeven op figuur 3) vult deze opties aan waarbij het accent gelegd wordt op het verbeteren tot 4 000 ton van de verbinding Valenciennes (F)-Tournai-Gent-Antwerpen via de aan te passen Schelde, en verdere afwerking tot 9 000 ton van Albertkanaal tot Lanaye. Het duwvaartkanaal Oelegem-Zandvliet wordt hierin niet opgenomen, maar de uitbouw tot 4 000 tonvaart tussen Zeebrugge en Schipdonk wel.

1.4 | Maritieme havens

De Vlaamse zeehavens zijn Antwerpen, Gent, Zeebrugge en Oostende.

Tabel 3 geeft een overzicht van de belangrijkste *investeringsopties* zoals vervat in het Tienjarenplan 1994-2003[7]. De belangrijkste doelstelling bij het opstellen van dit plan was het uitstippelen van een lange-termijnstrategie voor de Vlaamse zeehavens om hun huidig marktaandeel in de verwachte, jaarlijkse stijging van de goederenoverslag in de Hamburg-Le Havre-range te behouden of te vergroten.

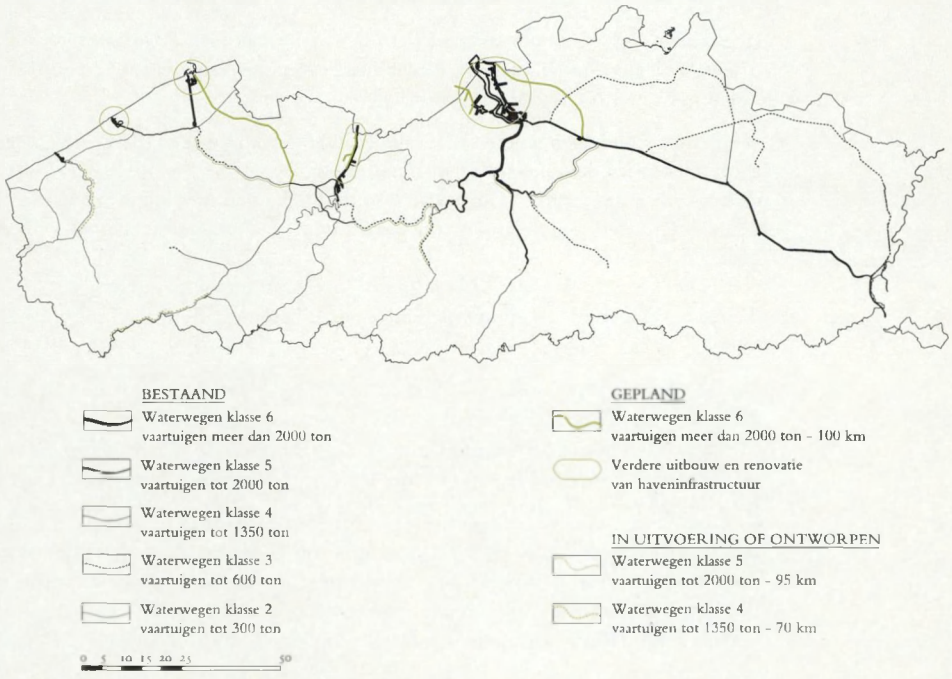
Tabel 3: Belangrijkste investeringsopties per haven.

Haven	Investeringsopties
Antwerpen	• Verdieping van de toegangsgeul via Schelde
	• Bouw van de Baalhoeksluis en het Baalhoekkanaal
	• Renovatie van de Van Cauwelaertsluis en de Royersluis en van het gebied Amerikadok-Albertdok
	• Bouw van een containerkaai en van het Verrebroekdok
	• Afwerking van het Doeldok
	• Verbetering van de verbindingen met het achterland
Gent	• Bouw van een tweede zeesluis te Terneuzen
	• Aanpassingen van het kanaal Gent-Terneuzen en Rodenhuizedok
	• Bouw van een nieuw dokkencomplex (Kluizendok)
Zeebrugge	• Verdieping van de maritieme geul tot 55 voet
	• Aanleg nieuwe dokken en kaaimuren (Wielingendok, Diepwaterkaai)
Oostende	• Optimalisatie van de voorhaven voor ro/ro-trafieken

Bron: Tienjarenplan 1994-2003[7].

Figuur 3 geeft een overzicht van de bestaande en geplande waterwegen en haveninfrastructuren.

Figuur 3: Bestaande en geplande waterwegen en haveninfrastructuren.



Bron: Ministerie Vlaamse Gemeenschap, 1993 [6,7]

1.5 | Onbevaarbare waterlopen

De *werken* aan onbevaarbare waterlopen omvatten enerzijds de gewone ruimings-, onderhouds- en herstellingswerken en anderzijds de buitengewone werken ter verbetering of wijziging van de waterloop. Deze laatste groep van werkzaamheden heeft tijdens de laatste twee decennia een ingrijpende evolutie doorgemaakt. Tot eind jaren '70 waren de doelstellingen van het waterbeheer geformuleerd in functie van de *landbouwbehoeften*. De cultuurtechnische maatregelen waren louter gericht op een zo vlot mogelijke waterafvoer en op een grondwaterstand die optimaal was voor de landbouw. Eind jaren '70 begin jaren '80 werd het accent geleidelijk verlegd naar *het vermijden van overstromingen*, vooral dan ter beveiliging van bebouwde gebieden. Dit leidde onder meer tot de bouw van wachtbekkens op waterlopen om de piekdebieten te verminderen. Deze doelstelling geldt heden ten dage nog steeds als een prioritaire beleidsdoelstelling, maar werd ondertussen vanaf de tweede helft van de jaren '80 verder aangevuld met *doelstellingen voor natuurbehoud*. Natuurtechnische maatregelen, zoals vistrappen, het weer laten meanderen van beken, natuurtechnische oevers (met zacht hellende of geknikte profielen), rietkragen en inhammen kunnen de fysische mogelijkheden herstellen voor de hele levensketen in en rondom het water. Deze natuurbouwprojecten zijn nu nog veelal in een experimenteel stadium.

Op dit ogenblik streeft het Vlaams Gewest naar een *integraal waterbeheer per bekken*. Daartoe worden Bekkencomités opgericht voor 10 bekkens: Polders en Gentse kanalen, IJzer, Leie, Dender, Bovenschelde, Nete, Demer, Dijle, Beneden-Schelde en Maas. De wetgeving rond de onbevaarbare waterlopen wordt herzien in functie van de doelstellingen voor integraal waterbeheer.

1.6 | Luchthavens

Op het grondgebied van het Vlaams Gewest bevinden zich drie belangrijke luchthavens: Brussel-Nationaal, de luchthaven van Deurne en de luchthaven van Oostende. De luchthaven van Brussel-Nationaal omvat een domein van 1 200 ha en wordt beheerd door de Regie der Luchtwegen onder federaal toezicht.

Begin jaren '90 werd door de regie der luchtwegen het plan *Zaventem 2000* opgemaakt. Volgens dit plan mag het aantal vliegbewegingen stijgen tot 80 per uur en het aantal passagiers tot 20 miljoen per jaar. Het voorziet:

- een nieuw luchthavengebouw met bijkomende toegangswegen, parkeerplaatsen en gates. Het aantal gates neemt toe van 24 tot 90;
- de optimalisering van de huidige start- en landingsbanen met bijkomende toegangen, verbeterde uitrusting, vliegtuigstandplaatsen, enz.. De totale te verharden oppervlakte bedraagt 1,4 km^2;
- een aantal kleinere werken (uitbreiding Brucargo, tunnelaanpassingen);
- de bouw van een nieuw spoorwegstation en verbeterde aansluiting op lijn Brussel-Luik.

De luchthavens van Deurne en Oostende vallen onder de bevoegdheid van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Geregeld Vervoer en Regionale Luchthavens. Ze zijn beduidend kleiner en minder modern uitgerust dan de luchthaven Brussel-Nationaal. Op een termijn van 3 tot 5 jaar ziet de *planning van investeringen* voor deze twee luchthavens er als volgt uit[8]:

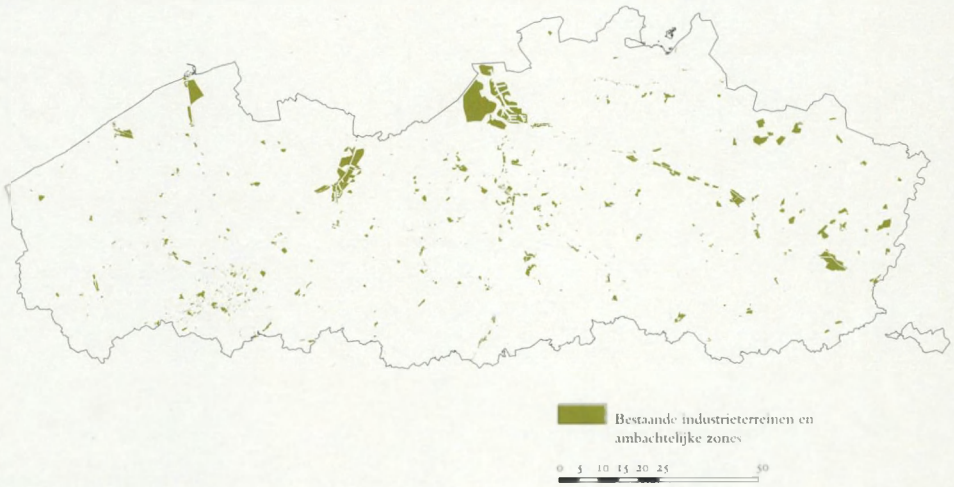
- Antwerpen: uitbouwen voor meer passagiers- en zakenverkeer door onder meer de ondertunneling van de Krijgsbaan en verlenging van de startbaan tot 2 000 m;
- Oostende: uitbouwen tot intercontinentale vrachtluchthaven met beperkt passagiersverkeer, en uitbouwen van de luchthavengebonden industriezone.

1.7 | Industrieterreinen en ambachtelijke zones

De huidige gewestplannen reserveren 3,9 % (53 095 ha) van de totale oppervlakte van het Vlaams Gewest voor industriezones, zones voor KMO's en havengebonden industriezones. Deze zones worden geleidelijk aan uitgerust met de benodigde infrastructuren zoals wegen, riolering en nutsleidingen. Nu is 73 % van de terreinen infrastructureel uitgerust[9]. De bezettingsgraad van alle industriële en ambachtelijke zones (exclusief de havenzones) bedroeg 51,7 % op 1 januari 1980[10] en 68 % in 1993[9] (figuur 4).

De kwantitatieve inzichten inzake de toekomstige behoefte aan bijkomende bedrijfsterreinen lopen nogal uiteen.
De GOM's[11] ramen de brutobehoeften tot 2007 aan nieuwe bedrijfsterreinen op 5 700 ha. Dit cijfer houdt in dat er tijdens de volgende 14 jaren, jaarlijks 350 ha nieuwe bedrijfsterreinen met de nodige infrastructuur (wegen, rioleringen, RWZI's, nutsleidingen) zouden moeten komen. Dit cijfer is echter afhankelijk van onder meer de economische fluctuaties en de evolutie tussen secundaire en tertiaire sector. Vanwege de ruimtelijke eisen, de milieueisen en de toenemende mechanisatie is er voor een industriële arbeidsplaats immers hoe langer hoe meer ruimte vereist dan voor een arbeidsplaats in de tertaire sector.
P. Cabus[12] hanteert in het kader van het ontwerp van Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen drie scenario's. Een eerste scenario gaat uit van een toename van de tertiaire sector ten nadele van de secundaire sector: het aandeel van de tertiaire sector stijgt dan van 31 % in 1991 tot 39,3 % in 2007 en dat van de secundaire sector daalt van 36,2 % in 1991 tot 24,1 % in 2007. De brutobehoeften aan nieuwe bedrijfsterreinen zouden dan tussen 1993-2007 ongeveer 3 500 ha bedragen. In een tweede scenario stopt de tertiairisering: de respectievelijke aandelen tertiaire/secundaire sector blijven op het niveau van 1991. De brutobehoeften aan nieuwe bedrijfsterreinen zouden opklimmen tot ongeveer 6 800 ha tussen 1993-2007. Een middenscenario gaat uit van een afzwakking van de tertiairiseringstrend. De brutobehoeften zouden dan tussen 1993-2007 tot 5 200 ha stijgen.
Het VEV[13] stelt daarentegen dat op basis van de huidige bezettingsgraad en van de toekomstige economische ontwikkeling er een bijkomende behoefte van minstens 10 000 ha voor de periode tot 2007 bestaat.

Figuur 4: Bestaande industrieterreinen en ambachtelijke zones.



Bron: 25 Vlaamse Gewestplannen.

Ons inziens is het middenscenario van P. Cabus het meest realistische: de huidige tertiairisering zal niet bruusk stoppen en de industriële werkgelegenheid zal afnemen door het toenemende mechanisatie- en informatiseringsproces. Dit proces lijkt op het ogenblik in een stroomversnelling te zitten, maar wordt uiteindelijk beperkt door de stand van de techniek en de economische conjuncturele fluctuaties. De industrie voldoet hoe langer hoe meer aan milieunormen en ruimtelijke normen zodat de huidige vraag naar ruimte nog zal afzwakken.

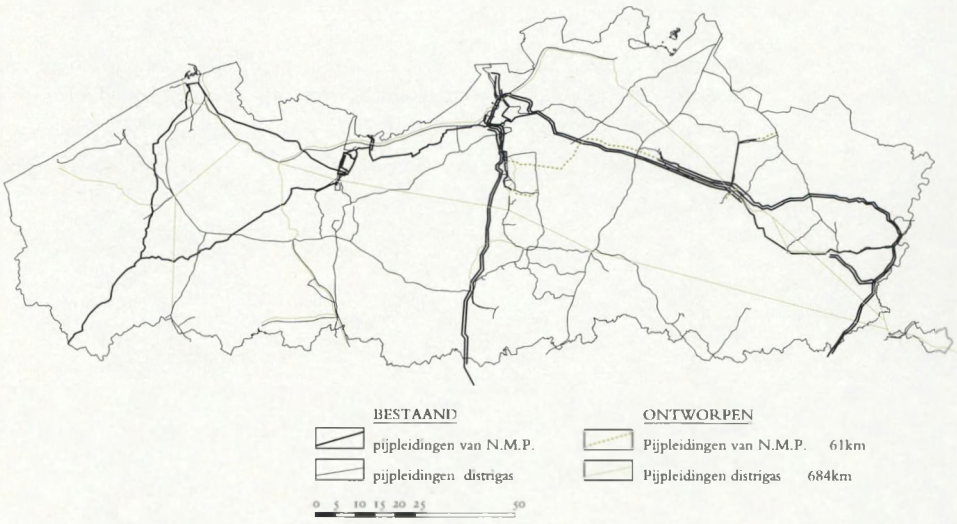
1.8 | Pijpleidingen

In de Vlaamse bodem liggen veel pijpleidingen voor het transport van gassen en vloeistoffen. De twee belangrijkste netwerken worden beheerd door de N.V. Distrigas (aardgas) en door de N.V. Nationale Maatschappij der Pijpleidingen (N.M.P.) (chloor, ethyleen, gipsslurry, nafta, propyleen, cokesovengassen, stikstof, waterstof, zuurstof, zoutzuur) (figuur 5).

Voor de jaren 1994-96 plant Distrigas[14] ongeveer 150 km nieuwe pijpleidingen voor de gasbevoorrading van België en voor de doorvoer. Voor de verdere toekomst worden voorontwerpen uitgetekend voor verschillende honderden kilometers pijpleidingen, een nieuw compressiestation te Zeebrugge, de herstructurering van het oude net en de uitbreiding van de ondergrondse aardgasopslag te Loenhout.

De planning van de N.M.P.[15] bestaat op korte termijn uit de realisatie van stikstof- en waterstofpijpleidingen van Hoboken naar Ranst en verder langs het Albertkanaal. Op langere termijn wordt er gedacht aan pijpleidingen van de Gentse haven over Puurs, Mechelen, Aarschot naar Maastricht en van de Antwerpse haven over Beerse, Tessenderlo, Hasselt en Genk naar Geleen en van de Antwerpse haven over Puurs naar Feluy.

Figuur 5: Bestaande en geplande pijpleidingen van Distrigas en N.M.P.



Bron: N.V. Distrigas[14]; N.V. N.M.P.[15]

1.9 | Hoogspanningsleidingen

Tabel 4 geeft de evolutie weer van de totale lengte van het hoogspanningsnet. Het net van 220 kV ligt volledig in Wallonië. Een verdere opsplitsing van deze cijfers naar de Gewesten toe is niet beschikbaar.

Tabel 4: Lengte van de hoogspanningsnetten in België van 1981-91.

Bedrijfsspanning	1 januari 1981		1 januari 1991	
	Bovengronds	Ondergronds	Bovengronds	Ondergronds
380 kV	539	-	854	-
220 kV	208	-	266	-
150 kV	1 731	76	1 991	119
70 kV	2 995	92	3 077	124
36 kV	121	1 459	154	1 707
30 kV en minder	13 768	35 149	12 459	41 400
Totaal	*19 362*	*36 776*	*18 801*	*43 350*

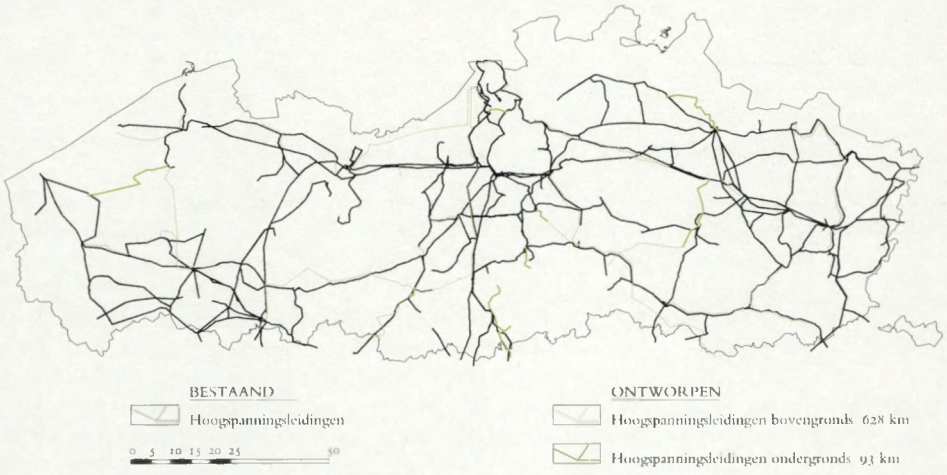
Bron: Tractebel, 1994[16].

Over de periode 1981-91 bedroeg de gemiddelde jaarlijkse aangroei van het totale hoogspanningsnet 601 km. De bovengrondse hoogspanningslijnen namen over deze periode jaarlijks gemiddeld af met 56 km, terwijl de ondergrondse hoogspanningskabels over deze periode jaarlijks toenamen met 657 km. De 380 kV- en 220 kV-lijnen zijn steeds luchtlijnen die blijven aangroeien met een gemiddeld tempo van 37 km per jaar.

Voor de *vooruitzichten* voor de toekomstige ontwikkeling van de hoogspanningslijnen (380-150 kV) in het Vlaams Gewest heeft Tractebel een planning uitgewerkt in drie periodes: 1993-98, 1998-2010 en na 2010. Het net van 70 kV wordt in principe niet verder uitgebouwd. Deze planning kan zich overigens wijzigen vanwege afwijkingen in het verwachte energiegebruik .

Figuur 6 geeft de bestaande en geplande hoogspanningslijnen.

Figuur 6: Bestaande en geplande hoogspanningsleidingen.



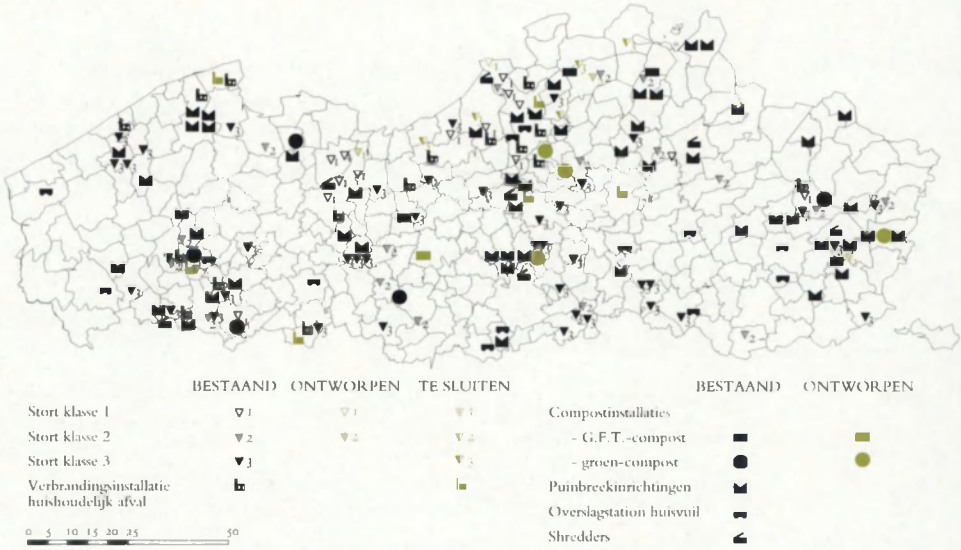
Bron: Tractebel, 1994[16].

1.10 | Afvalinzamelings- en afvalverwerkingsinfrastructuur

We behandelen hier stortplaatsen, verbrandingsovens, composteringsinrichtingen, containerparken, overslagstations, vergistingsinstallaties voor slib, shredderinstallaties, recuperatie- en sorteerinrichtingen en puinbreekinrichtingen. De stortplaatsen worden ingedeeld in de volgende drie klassen: industrieel afval, huishoudelijk afval en inerte, onbrandbare of moeilijk afbreekbare afvalstoffen.

Het *afvalstoffenplan 1991-95* van OVAM beoogt een minimalisatie van de hoeveelheid te storten afval. Dikwijls wordt het stortproces gecombineerd met het verbrandingsproces in grootschalige verwerkingscentra omdat dit economisch voordeliger is. Behalve voor de hydrogeologische beperkingen voor stortplaatsen, stelt het afvalstoffenplan geen criteria voor de locatiekeuze van de inrichtingen voorop. Niettemin is de locatie van enorm belang voor de milieu-impact en is het uitrusten van een stortplaats MER-plichtig. Hieronder geven we de evoluties voor de verschillende afvalinzamelings- en afvalverwerkingsinstallaties zoals ze vervat zijn in het Afvalstoffenplan 1991-95 (figuur 7).

Figuur 7: Bestaande en geplande afvalverwerkingsinfrastructuur.



Bron: OVAM Afvalstoffenplan 1991-95.

Stortplaatsen

Klasse 1-stortplaatsen. Volgens OVAM zijn er hiervan in Vlaanderen te weinig want teveel gevaarlijke afvalstoffen komen op klasse 2- of klasse 3-stortplaatsen terecht. Het afvalstoffenplan voorziet daarom dat per provincie minstens één gecontroleerde klasse 1-stortplaats in gebruik zal zijn. In West-Vlaanderen blijft de stortplaats te Zonnebeke geopend en op de stortplaats te Moen wordt een deel als klasse 2-stortplaats gereserveerd. In Oost-Vlaanderen komt er één klasse 1-stortplaats in de Gentse Kanaalzone. In Antwerpen komt er op de Hoge Maey een nieuwe klasse 1-stortplaats en bij INDAVER worden bij voorkeur speciale afvalstoffen geborgen. Te Limburg blijft de stortplaats in Houthalen-Helchteren geopend. In Vlaams-Brabant tenslotte zal er een onderzoek gestart worden om één stortplaats te realiseren.

Klasse 2-stortplaatsen. Per provincie moet minstens één klasse 2-stortplaats in gebruik zijn. Nieuwe stortplaatsen moeten voor alle wettelijke toegelaten afvalstoffen uit het Vlaamse Gewest toegankelijk zijn. De uitbreiding van bestaande en de uitrusting van nieuwe stortplaatsen moet gebeuren op hydrogeologisch veilige plaatsen. De huidige klasse 2-stortplaatsen die niet in hydrogeologisch veilige gebieden gelegen zijn, dienen bij voorkeur te worden afgewerkt. Het betreft hier onder andere de stortplaatsen te Malle, Meerhout, Olen, Maaseik, Dendermonde, Lubbeek en Tielt-Winge.

Klasse 3-stortplaatsen. Aangezien steeds meer inerte afvalstoffen gerecupereerd zullen worden en afval van containerdiensten naar klasse 2-stortplaatsen wordt verwezen, zal

de behoefte aan stortcapaciteit voor inert afval afnemen. Het is daarom efficiënter slechts een beperkt aantal terreinen tegelijkertijd te exploiteren.

Verbranding met energierecuperatie

Het afvalstoffenplan 1991-95 wil de te verbranden hoeveelheden afval beperken door preventie en recuperatie. In de investeringsplanning voor verbranding met energierecuperatie houdt OVAM vier basisprincipes aan: de uitbouw van de capaciteit, een goede coördinatie, een minimalisering van de emissies en een optimalisering van de energiewinning. Voor de periode 1990-95 voorziet het OVAM-plan een geleidelijke sluiting van de installaties die niet voldoen aan de milieuhygiënische normen. Bij de huisvuilverbrandingsinstallaties zijn dit: Ronse, Willebroek, Knokke-Heist, Heist-op-den-Berg, Izegem en Merksem. De uitbouw van een vijftal nieuwe grootschalige installaties wordt voorzien.

Composteerinrichtingen

Thuiscomposteren wordt gestimuleerd door onder meer de introductie van compostvaten en wormkweekbakken. Daarnaast is gescheiden inzameling van groente-, fruit- en tuinafval (GFT-afval) noodzakelijk, vooral in die regio's waar reeds composteerinstallaties in gebruik zijn. De capaciteit van de bestaande compostbedrijven te Bilzen en Dendermonde moet maximaal benut worden. Verder is één installatie gepland in de regio Aalst, en twee in de provincie Antwerpen. Per regio of intercommunale zou er één composteerterrein moeten zijn.

Containerparken

De containerparken blijven als complementair systeem voor de huis-aan-huisophaling behouden. Elke gemeente met meer dan 10 000 inwoners moet ten minste één containerpark hebben. Gemeenten met meer dan 15 000 inwoners komen in aanmerking voor subsidiëring van een tweede containerpark. Voor klein en gevaarlijk afval (KGA)voorziet het afvalstoffenplan in een eerstelijnsinzameling in gemeentelijke containerparken en een tweedelijnsinzameling in 3 tot 5 centra per provincie.

1.11 | Waterwinningsinfrastructuur

De drinkwatervoorziening in het Vlaams Gewest wordt verzorgd door acht maatschappijen en 20 gemeentelijke diensten. De vier grootste maatschappijen zijn de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening (VMW), de Tussengemeentelijke Maatschappij van Vlaanderen voor Watervoorziening (TMVW), de Antwerpse Waterwerken (AWW) en de Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij Provincie Antwerpen (PIDPA).

Het verbruikte water in het Vlaamse Gewest werd in 1991 voor 40,8% gewonnen uit grondwater, voor 37,2% uit oppervlaktewater en voor 22% ingevoerd vanuit het Waalse Gewest[17]. De produktie uit grondwater is stelselmatig toegenomen in de periode 1983-91 met 3,3% per jaar. De produktie van drinkwater uit oppervlaktewater steeg in die periode met slechts 2,3% per jaar. Van de totale produktie uit oppervlaktewater was 89% afkomstig van het Albertkanaal en Netekanaal. De overige 11 % kwam uit Kluizen, De Blankaart en Ieper. De verdeling van de verschillende grondwaterwinningen over de provincies is als volgt: Antwerpen 32,6%, Limburg 28,6%, Vlaams-Brabant 20,8%, West-Vlaanderen 12,8% en Oost-Vlaanderen 5%. De totale dagelijkse drinkwaterproduktie uit grondwater en oppervlaktewater in Vlaanderen bedroeg aldus 930 337 m^3 in 1991.

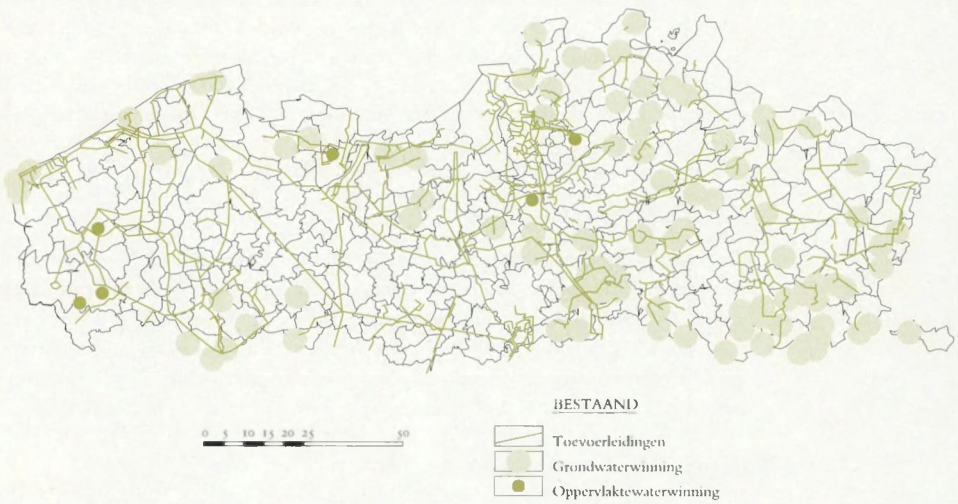
Het dagverbruik in het Vlaams Gewest stijgt jaarlijks met 29 500 m^3. Aan de hand van een trendmatige *prognose* leidt AMINAL dan ook af dat het totale verbruik in Vlaanderen in 2000 boven de 1,4 miljoen m^3 per dag zal uitstijgen. AMINAL plant in

zijn *indicatief meerjarenprogramma van 1992 tot 2000* een bijkomende waterwinningscapaciteit van minstens 400 000 m³ per dag. Bovendien zullen de bestaande en toekomstige infrastructuren moeten worden geoptimaliseerd. Bondig samengevat worden de volgende grote waterbouwkundige werken gepland om deze optimalisatie te realiseren:

- een bijkomende waterreservecapaciteit voor AWW, door bijkomende spaarbekkens van 6 miljoen m³ (Oelegem II);
- een waterleveringsmogelijkheid tussen de netten van AWW en TMVW;
- een waterleveringsmogelijkheid tussen de netten van PIDPA en VMW, door twee grote verbindingsleidingen (noord en zuid);
- de realisatie van spaarbekken Blankaart II voor VMW;
- de realisatie van het Zwalmproject voor TMVW.

Figuur 8 geeft een overzicht van de bestaande infrastructuur voor drinkwaterwinning en -transport.

Figuur 8: Bestaande infrastructuur voor drinkwaterwinning en -transport.



Bron: Ministerie Vlaamse Gemeenschap, 1992[17]

1.12 | Riolerings- en waterzuiveringsinfrastructuur

In 1991 werd maar van amper 30% van de inwoners het *huishoudelijk afvalwater* behandeld in de 116 rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI), hoewel ruim 78 % van het huishoudelijk afvalwater in rioleringen geloosd werd[18]. Bovendien waren in 1991 nog 22 % van de inwoners in het geheel niet op riolering aangesloten. Deze gegevens tonen het huidig gebrek aan van volledig uitgebouwde netten van riolering, collectoren en RWZI's.

In het *Investeringsprogramma 1995-99* van Aquafin werden de volgende keuzes gemaakt voor de behandeling van huishoudelijk afvalwater[19]:

- de uitvoering van het waterzuiveringsprogramma in drinkwaterwingebieden, het Dender-, IJzer-, Demer- en Netebekken en de bovenloop van de Schelde;
- de stopzetting van de rechtstreekse lozingen van afvalwater in de Noordzee;
- aandacht voor kleinschalige waterzuiveringsprojecten in landelijke gebieden.

Bij de verdere uitwerking van het Investeringsprogramma 1995-99 werkt Aquafin met zuiveringsgebieden als onderdeel van stroombekkens. Een zuiveringsgebied is het gebied waarbinnen het geheel van de waterzuiveringsinfrastructuur afwatert naar

één zuiveringsinstallatie. In elk zuiveringsgebied werden de lozingspunten en zowel de aanwezige als de ontbrekende riool- en zuiveringsinfrastructuur onderzocht. Op die manier kan men de noodzakelijke investeringsprojecten exact definiëren, waarbij voor elk project het relatief rendement wordt bepaald in functie van de geraamde kostprijs en vuilvracht. Zo konden er op een objectieve manier 990 projecten uit 1 956 geselecteerd worden. Door simulatie en planvorming kunnen ook de rioleringsnetwerken verder worden uitgebreid zonder nieuwe lozingspunten te creëren. Tabel 5 geeft een overzicht van de geselecteerde projecten.

Tabel 5: Overzicht investeringsprogramma 1995-99 per bekken.

Bekkens	Aantal projecten	Geraamde kostprijs (in miljoen BF)	Aan te sluiten[a] vuilvracht (in IE)
Polders en Gentse kanalen	86	3 175	159 000
IJzer	49	958	45 350
Leie	94	2 437	149 000
Dender	114	2 572	93 500
Boven-Schelde	113	3 840	138 000
Nete	46	1 224	29 950
Demer	210	4 259	124 250
Dijle	176	4 835	250 700
Beneden-Schelde	75	3 939	262 350
Maas	27	718	22 700
Totaal Vlaanderen	*990*	*27 957*	*1 274 800*

[a] *Indien het gemeentelijk rioleringsnet ongewijzigd blijft.*

Bron: VMM, 1993[19].

Begin 2000 moeten 1 265 800 extra huishoudelijke inwonersequivalenten (IE) gezuiverd zijn. Het afvalwater van 73% van de Vlaamse bevolking zal op dat ogenblik op een RWZI uitkomen. Hiervoor zal het huidig aantal van 116 RWZI's uitgebreid worden tot 250 in 2000[18]. Het Investeringsprogramma 1995-99 voorziet aldus in een totale investering van 27,957 miljard BF over 5 jaar, voor de bouw van nieuwe collectoren, rioleringen en RWZI's[19]. Daarbij komen nog de investeringen voor noodzakelijke aanpassingen aan de bestaande zuiveringsinfrastructuur. De overige relevante projecten (voornamelijk riolering) worden voorgesteld in het investeringsprogramma 2000 of later.

1.13 | Groeven en ontginningsgebieden

Op de huidige *gewestplannen* zijn er 316 ontginningsgebieden in Vlaanderen aangeduid (figuur 9). Gezamenlijk beslaan die een oppervlakte van 12 361 ha[20]. Na de stopzetting van de ontginningen dient de oorspronkelijke of toekomstige bestemming te worden gerealiseerd. Bijna de helft van alle nabestemmingen zijn agrarisch en 23 % van de nabestemmingen zijn voor bossen of groene zones. Recreatienabestemmingen vormen ongeveer 17 % van het totaal. In veel gevallen werden er destijds ontginningsvergunningen met opvulverplichting gegeven. Thans stelt men vast dat er geregeld niet aan die opvulverplichting voldaan wordt. Dit is onder andere een gevolg van de strengere afvalstoffenreglementering en van een gewijzigde visie van de plaatselijke overheid. Daarom kunnen talrijke bedrijven de vergunningsvoorwaarden niet respecteren en geen uitbreidingsvergunningen meer krijgen.

De *grindwinning in Limburg* kent specifieke problemen. Sedert decennia wordt in het Limburgse Maasland grind gewonnen volgens de natte en droge ontginningsmethode. Samen met het grind worden een aantal verwante granulaten geproduceerd, zoals zand, leem en klei. De gemiddelde jaarproduktie van de natte en droge grindwinnin-

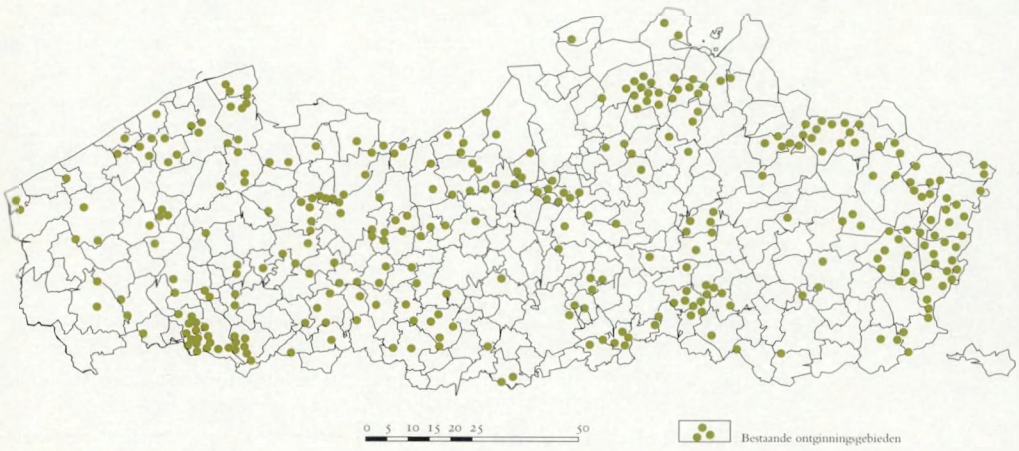
gen in het Limburgse Maasland bedraagt ongeveer 10 miljoen ton grind en zand. In 1991 werd de reeds ontgonnen oppervlakte op ongeveer 2 000 ha geschat. De Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor Limburg en de ontgrinders zelf vullen slechts 20 % tot 25 % van de grindputten weer op met zand en deklagen uit de ontginningsgebieden zelf. Bovendien werden er in de gewestplannen voor het Limburgs Maasland onvoldoende ontginningsgebieden voor grind voorzien om het huidige produktieritme nog lang te kunnen volhouden. Om deze problemen op te lossen werd in het kader van het *Grinddecreet* van 14 juli 1993[21] beslist tot:

- een geleidelijke afbouw van de grindwinning tegen 31 december 2005;
- een heffing van 50 BF per ton valeigrind en 35 BF per ton berggrind; dit binnen het jaarlijks opgelegde quotum voor elke grindproducent;
- de oprichting van een fonds gefinancierd door die heffingen, om onder meer de nabestemmingen van de ontginningsgebieden aan de grindwerknemers te garanderen bij afbouw van de sector.

Bij *de globale planning van ontginningen* denkt de Vlaamse overheid aan:

- het opstarten van een Vlaamse Ontgrindingscommissie met een adviserende taak voor de Vlaamse Executieve, waarbij onder meer het afvalstoffenplan aan het delfstoffenplan wordt gekoppeld;
- het combineren van delfstofwinningen met de uitvoering van grote infrastructuurwerken, teneinde de vrijkomende oppervlaktedelfstoffen voor opvulling elders (bv. grindputten) te gebruiken;
- het bepalen van de meest wenselijke nabestemming voor elk ontginningsgebied, waarbij steeds naar een maximaal rendement wordt gezocht.

Figuur 9. Bestaande ontginningsgebieden.



Bron: 25 Vlaamse Gewestplannen; Vansteelandt P., 1991[20].

2 | Gebruik van milieu- en natuurbronnen

2.1 | Ruimtebeslag door toekomstige infrastructuren

Het direct ruimtebeslag is de netto-oppervlakte door de betrokken infrastructuur ingenomen. We bespreken hier niet het indirect ruimtebeslag. Dit is de bijkomende oppervlakte die door de betrokken infrastructuur beperkt wordt in gebruiksmogelijkheden.

Tabel 6 geeft een raming van het toekomstig direct ruimtebeslag door de verschillende soorten infrastructuren. Voor de wegen, spoorwegen, waterwegen en havens hebben we ons gebaseerd op het VIP[4], aangevuld met respectievelijk het departementale Driejarenprogramma[3], het STAR 21-PLan, SPLASCH 2002[6] en het Tienjarenplan 1994-2003[7]. De wegenplanning tot 2000 werd verder tot 2010 geëxtrapoleerd. Voor de insustrieterreinen wordt de totale bruto-oppervlakte vermeld, die niet enkel de infrastructuren omvat, maar ook de eigenlijke oppervlakte voor industrie.

Tabel 6: Raming van het toekomstig ruimtebeslag in het Vlaams Gewest per infrastructuurtype over de periode 1994-2010.

Infrastructuurtype	Raming in ha	
	per jaar	'94-'2010
Autosnelwegen, gewestwegen en provinciewegen	112	1 900
Spoorwegen	62	1058
Waterwegen (incl. Schipdonkkanaal voor 4 000 ton)	30	507
Maritieme havens	43	731
Onbevaarbare waterlopen	..	..
Luchthavens	3,5	60
Industrieterreinen en ambachtelijke zones	353	6 000
Pijpleidingen	0,6	10
Hoogspanningsleidingen	1,2	20
Afvalinzameling en afvalverwerking	20	340
Waterwinning	25	425
Rioleringen en waterzuiveringsstations	17	285
Groeven en ontginningsgebieden	39	670
Totaal (afgerond)	*706*	*12 000*

Bron: VIP, 1990[4]; Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1992[3]; STAR 21-plan; SPLASCH 2002, 1993[6]; Cabus, 1993[12]; Koot, 1990[22].

2.2 | Energie

De realisatie, het onderhoud en de afbraak van infrastructuren vereisen uiteraard energie, niet alleen in de vorm van brandstof en elektriciteit voor de bouw- en onderhoudswerktuigen, maar ook voor de produktie van alle benodigde grondstoffen. Tabel 7 geeft de aard, de hoeveelheid en de waarde van de energie aan die de ondernemingen in 1990 in België bij de bouw en het onderhoud van wegen- en spoorwegen aanwendden. In deze cijfers zit ook de gebruikte energie voor de aanleg en het onderhoud van wegen bij haveninfrastructuren, bij industrieterreinen en bij luchthavens. Statistische gegevens over het energiegebruik bij de bouw van andere infrastructuren zijn niet voorhanden.

Tabel 7: Gebruikte energie door Belgische ondernemingen bij de bouw en het onderhoud van wegen en spoorwegen (1990).

Aard van de energie	Hoeveelheid	Waarde in miljoen BF
Brandstoffen:		
benzine	63 015 hl	144,286
dieselolie	73 833 ton	913,909
andere	-	250,129
Elektrische energie	32,609 MWh	152,373

Bron: NIS, 1993[25].

We verwachten dat de aangewende energie per jaar lichtjes zal stijgen in de eerstkomende jaren door de aanleg van de H.S.T., door de toenemende behoefte aan wegenonderhoud vanwege het toenemend verkeer en door de toename van het uitvoeringsritme van andere infrastructuren.

2.3 | Grondstoffen voor de toekomstige infrastructuren

Bij de realisatie van grote infrastructuren worden grote hoeveelheden delfstoffen, met name grind, zand, silt, mergel en klei gebruikt. Bij de aanleg van de maritieme infrastructuren (vaargeulen en dokken) en van de waterwegen (rivieren en kanalen) komen daarnaast grondstoffen vrij: hoofdzakelijk zand. Bij de afbraak van infrastructuren komen een aantal stoffen vrij die bij hergebruik of na recyclage weer bruikbaar zijn als grondstoffen. Deze hoeveelheden zijn echter verwaarloosbaar vergeleken met andere grondstofwinningen.

De aanleg van wegen, spoorwegen, luchthavens en infrastructuren van industrieterreinen vergt grote hoeveelheden zand, grind en steenslag. Uitgaande van de beschreven departementale planningen kunnen we de omvang van de benodigde hoeveelheden schatten. Er komen ook grote hoeveelheden zand en grind vrij bij de aanleg van haveninfrastructuren, waterwegen en bepaalde onderdelen (onder meer spaarbekkens) van de waterwinningsinfrastructuur.

Groeven en ontginningsgebieden zijn strikt gezien dan wel geen infrastructuren, maar hier worden wel de nodige grondstoffen geproduceerd voor aanleg van de bovenvermelde infrastructuren. Tabel 8 geeft hiervan een beknopt overzicht. Een aanbod of overschot van grondstoffen wordt aangeduid met een plusteken, een vraag naar grondstoffen met een minteken.

Tabel 8: Raming van het toekomstig gebruik en aanbod van grondstoffen (zand, grind en steenslag) voor de aanleg van de infrastructuren volgens de departementale planningen en geëxtrapoleerd over de periode 1994-2010.

Infrastructuurtype	Ramingen in miljoen m³: per jaar	'94-2010
Autosnelwegen, gewestwegen en provinciewegen	-2,86	-48,6
Spoorwegen	-1,88	-32
Waterwegen (incl. Schipdonkkanaal voor 4 000 ton)	+2,8	+48
Maritieme havens	+4	+168
Onbevaarbare waterlopen	..	..
Luchthavens	-0,01	-0,17
Industrieterreinen (enkel wegen)	-0,18	-3
Pijpleidingen	0,0	0
Hoogspanningsleidingen	0,0	0
Afvalinzameling en afvalverwerking	-0,3	-5,1
Waterwinning	+0,5	+8,5
Rioleringen en waterzuiveringsstations	-0,01	-0,2
Groeven en ontginningsgebieden	+3	+50
Totaal (afgerond)	+5	+85

Hieruit blijkt duidelijk dat de totale grond- en grindbalans van de huidig geplande infrastructuurwerken een overschot vertoont dat veroorzaakt wordt door de geplande waterwegen en havenwerken. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de eventuele aanleg van het duwvaartkanaal Oelegem-Zandvliet maar wel met de uitbouw van een 4 000 ton kanaal Brugge-Schipdonk.

Referenties

1 NIS, Statistisch jaarboek van België, boekdeel 110, 1990.

2 Ministerie Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegeninfrastructuur en Verkeer, Bestuur Werken en Inspectie, De evolutie van het Belgisch wegennet van 1960 t.e.m. 1990 en de toestand op 31/12/91 en op 31/12/92 van de lengte van het Vlaams wegennet, Brussel, 1994.

3 Ministerie Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegeninfrastructuur en Verkeer, Bestuur Verkeer, Beheer en Onderbouw, Verkeerstechnische Dienst, Driejarenprogramma 1993-95, Brussel, 1992.

4 Kelchtermans T., Het Vlaams Infrastructuurplan, een geïntegreerd voorstel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Brussel, 1994.

5 NIS, Verkeer en Vervoer in België: statistiek, 24ste uitgave, Brussel, 1993.

6 Kelchtermans T., De binnenvaart met duidelijke marktstrategie op weg naar 2002, persconferentie, Brussel, 1993.

7 Demoen J., Tienjarenplan 1994-2003: Een meerjarenprogramma voor investeringen in de havens en de maritieme toegangswegen: programma 64.2 van de begroting, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Bestuur Havens, Brussel, 1993.

8 Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegeninfrastructuur en Verkeer, Dienst Geregeld Vervoer en regionale Luchthavens: verkregen inlichtingen en documentatie, dd. 25.1.1994.

9 Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Economie, Werkgelegenheid en Binnenlandse Aangelegenheden, Administratie van Economie, Gegevens van het bedrijveninformatiesysteem, Brussel, 1994.

10 Schreurs V., Een plattelandsatlas voor Vlaanderen, Stichting Plattelandsbeleid v.z.w., Leuven, 1986.

11 Vlaamse Executieve en Interkabinettenwerkgroep, Industrieterreinen/Ambachtelijke zones, Kwantitatieve en kwalitatieve inventarisatie en evaluatie van de beschikbare industrieterreinen en ambachtelijke zones eindverslag interkabinettenwerkgroep, opgesteld o.l.v. het kabinet van de Vice-Voorzitter en Gemeenschapsminister van Economie, Middenstand en Energie, Vergadering van de Vlaamse Executieve dd. 7.3.1990, Brussel, 1990.

12 Cabus P., Bepaling van het ruimtelijk richtkader op Vlaams niveau voor de economische activiteiten: de invulling van de gewenste ruimtelijke structuur vanuit de bestaande ruimtelijke structuur, SERV, Antwerpen, 1993.

13 VEV, Het nieuwe ruimtelijk ordeningsbeleid in Vlaanderen; VEV-standpunt, Antwerpen, 1993.

14 Distrigas, 20 jaar aardgasbevoorrading in België, Brussel, 1988; mededeling dd. 12 januari 1994.

15 Nationale Maatschappij der Pijpleidingen, Overzichtskaart van de leidingen onder haar beheer of haar filialen, aangevuld met mondelinge mededelingen, Brussel, 1993.

16 Tractebel, Informatiebrochure voor Structuurplan Vlaanderen, Brussel, 1994.

17 AMINAL, De drinkwatervoorziening in Vlaanderen, richtnota 1992, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Brussel, 1992.

18 VMM, AWP II's: Inventarisatie 1991 (45 rapporten), Dienst Informatie, VMM.

Erembodegem, 1992; persconferentie 16 maart 1993, Erembodegem.

19 De Batselier N., Investeringsprogramma 1995-99 voor de verdere uitbouw van de waterzuiveringsinfrastructuur in het Vlaamse Gewest, VMM, Bestuur Meetnetten en Planning, Aalst, 1993.

20 Vansteelandt P., proceedings van het colloquium Oppervlaktedelfstoffen-problematiek in Vlaanderen, Genootschap van geologen van de Universiteit Gent, Gent, 1991.

21 Vlaamse Regering, Decreet tot oprichting van het Grindfonds en tot regeling van de grindwinning, Decreet van Vlaamse Executieve van 14 juli 1993, B.S. 14.10.1993.

22 Koot A. C. J., Behandeling van afvalwater, Uitgeverij Waltman, Delft, 1990.

23 NIS, Statistieken over bouwnijverheid en huisvesting: nr. 25, Brussel, 1993.

Begeleiders

R. Colpaert, Belconsulting

F. de Sagher, M. Dillen, Vlaamse Confederatie Bouw

A. Vervoort, Groep Swartenbroekx

Deel III

Milieu- en natuurverstoringen

1A Verandering van klimaat: broeikaseffect | 187
1B Aantasting van de ozonlaag | 199
2A Verzuring | 207
2B Fotochemische luchtverontreiniging | 235
3 Vermesting | 245
4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen | 269
5 Afvalstoffen | 297
6 Waterverontreiniging | 319
7 Bodemverontreiniging en -aantasting | 347
8 Hinder: lawaai en trillingen | 373
9 Hinder: stank | 387
10A Hinder: risico's | 399
10B Hinder: niet-ioniserende straling | 411
11 Verdroging | 429
12 Versnippering van de Open Ruimte | 449
13 Milieuverstoringen in stedelijke gebieden | 473
14 Verlies van biodiversiteit | 497

III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect

J. Van Rensbergen, W. Debruyn, Afdeling Energie, VITO

1 | Beschrijving van het thema

In de atmosfeer zijn gassen aanwezig die de invallende zonnestraling doorlaten, maar de straling van het opgewarmde aardoppervlak opnemen. Hierdoor zorgen ze voor een bijkomende opwarming van de lagere atmosfeer en van het aardoppervlak. Dit fenomeen heet het *broeikaseffect*. De voornaamste *broeikasgassen* waterdamp, koolstofdioxide (CO_2) en methaan (CH_4) zijn overwegend van natuurlijke oorsprong. Zonder het broeikaseffect zou de temperatuur op aarde gemiddeld -18 °C bedragen en alle leven op aarde uitsluiten.

Menselijke activiteiten zoals de verbranding van fossiele brandstoffen, ontbossing en veeteelt veroorzaken emissies van broeikasgassen, voornamelijk CO_2, CH_4, lachgas (N_2O), chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) en troposferisch ozon (O_3). Deze gassen accumuleren in de atmosfeer en verhogen het broeikaseffect en dus de gemiddelde temperatuur op aarde. Mogelijke gevolgen hiervan zijn onder meer een stijging van de zeespiegel, verandering van weerpatronen en een verhoging van de frequentie en intensiteit van extreme weersomstandigheden.

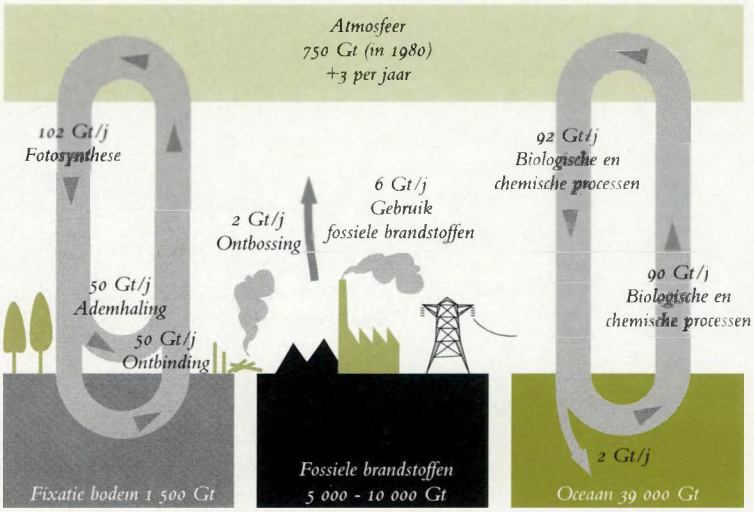
Klimaatverandering is een milieuprobleem op wereldvlak. Het uitwerken en opvolgen van internationale overeenkomsten is daarom cruciaal. Internationaal overleg binnen de Verenigde Naties mondde uit in de Klimaatconventie van Rio (1992). Het Vlaamse Gewest moet bepalen welke verbintenissen in federaal en internationaal overleg aanvaard kunnen worden en zorgen voor de uitvoering van deze verbintenissen. Het Vlaamse Gewest zal zich tevens moeten voorbereiden op het uitvoeren van curatieve maatregelen.

1.1 | Mechanisme

De concentratie van een broeikasgas in de atmosfeer hangt af van de grootte van de bronnen (de totale uitstoot per jaar) en van de putten (de totale hoeveelheid verwijderd of vernietigd per jaar). De concentratie zal stabiel blijven als er een evenwicht is tussen bronnen en putten. Om de concentratie van CO_2 op het huidig niveau te stabiliseren is er een vermindering nodig met meer dan 50 % van de huidige mondiale emissies.

Figuur 1 stelt de uitwisseling van koolstof voor tussen de atmosfeer, vegetatie, oceanen en menselijke activiteiten. De grootte van de koolstofreservoirs is aangegeven in gigaton (Gt).

Figuur 1: Koolstofcyclus.



Bron: VITO, aangepast met gegevens van IPCC[1].

De levensduur of verblijftijd van een gas in de atmosfeer is de gemiddelde duur tussen lozing en verwijdering. De voornaamste broeikasgassen hebben een hoge levensduur en blijven het klimaat nog tientallen jaren na lozing beïnvloeden. Het klimaat reageert niet ogenblikkelijk op een verhoging van de concentratie van broeikasgassen: oceanen fungeren als buffer en vertragen een klimaatverandering.

Sommige broeikasgassen hebben een sterker effect dan andere. Om de gassen onderling vergelijkbaar te maken werd voor elk gas een 'Global Warming Potential' (GWP) berekend. De GWP drukt de emissie van een bepaald broeikasgas uit als een 'CO_2-equivalente' emissie. Tabel 1 geeft een overzicht van de concentraties, de stijging per jaar, de levensduur en de GWP van de voornaamste broeikasgassen. De GWP-waarden in tabel 1 houden enkel rekening met de directe effecten van het geëmitteerde gas zelf en niet met het effect van eventuele reactieprodukten van het gas in de atmosfeer.

Tabel 1: Fysische eigenschappen van broeikasgassen.

Broeikasgas	Atmosferische concentratie pre-industrieel (ppmv)	Atmosferische concentratie 1992 (ppmv)	Huidige concentratie-verandering (% per jaar)	levensduur (jaar)	Directe GWP
CO_2 (ref)	280	355	+0,5	120 (50-200)	1
CH_4	0,79	1,72	+0,6	11	11
N_2O	0,29	0,31	+0,2-0,3	132	270
O_3 (in ppbv)	10	30	1	..	2000

Bron: IPCC[1].

De levensduur van HFK's en de vervangprodukten varieert tussen 16 en 500 jaar en de GWP waarde tussen 1 200 en 7 100 (zie III.1B Aantasting van de ozonlaag).

1.2 | Verbanden met andere thema's

Er is een direct verband met III.1B Aantasting van de ozonlaag vanwege de aanzienlijke Global Warming Potential (GWP) van sommige CFK's, HCFK's (groep componenten binnen de 'zachte' CFK's) en HFK's (fluorkoolwaterstoffen). Aerosolen afkomstig van industriële zwaveloxide-emissies (zie III.2A Verzuring) beïnvloeden de reflectie-eigenschappen van wolken en hebben meestal een afkoelend effect op het klimaat. Het verband met III.2B Fotochemische luchtverontreiniging is rechtstreeks en onrechtstreeks. Rechtstreeks, omdat O_3 een belangrijk broeikasgas is met snel stijgende achtergrondconcentraties. Onrechtstreeks, vanwege het OH-radicaal: de hoge concentratie van dit radicaal verlaagt de levensduur, en dus het effect van broeikasgassen zoals CH_4, HCFK's en HFK's. Het OH-radicaal speelt eveneens een belangrijke rol bij fotochemische luchtverontreiniging. Landbemesting, verteringsprocessen bij herkauwers en mestverwerking zijn belangrijke bronnen van de broeikasgassen CH_4 en N_2O (zie III.3 Vermesting). Afvalverwerking leidt tot grote emissies van CO_2 en CH_4 (zie III.5 Afvalstoffen). Een klimaatverandering kan een wijziging in de zoetwaterhuishouding veroorzaken (zie III.11 Verdroging). De verhoogde temperatuur en CO_2-concentratie, die gepaard gaan met een verandering in de weersomstandigheden (bv. droogteperiodes) kunnen gevolgen hebben voor ecosystemen en landbouwgewassen (zie III.14 Biodiversiteit).

1.3 | Ruimtelijk perspectief

Klimaatverandering speelt zich af op een mondiale schaal. De lozing van broeikasgassen, alhoewel geografisch sterk verspreid, is vooral geconcentreerd in geïndustrialiseerde landen en landen met een economie in ontwikkeling. De broeikasgassen met een hoge levensduur, zoals CO_2, verspreiden zich na verloop van tijd homogeen in de atmosfeer.

De verwachte klimatologische effecten zijn geografisch sterk verschillend en hun impact is afhankelijk van de lokale kwetsbaarheid. Deze effecten resulteren echter uit een mondiaal mechanisme. Er is geen ruimtelijke relatie tussen emissies en effecten.

1.4 | Tijdsperspectief

De stijging in concentratie van de broeikasgassen valt samen met de aanvang van de industriële ontwikkeling. Figuur 2 toont dit aan door de evolutie van de CO_2-concentratie weer te geven in functie van de tijd. Deze experimentele gegevens zijn afkomstig uit de analyse van Zuidpoolijs en de hierin opgesloten luchtbellen, uit de analyse van sedimentlagen en uit atmosferische metingen op Mauna Loa. Een verontrustende vaststelling is dat de huidige concentraties CO_2 en CH_4 veel hoger zijn dan ze 160 000 jaar lang zijn geweest en toenemen met een snelheid die nooit voordien werd vastgesteld.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

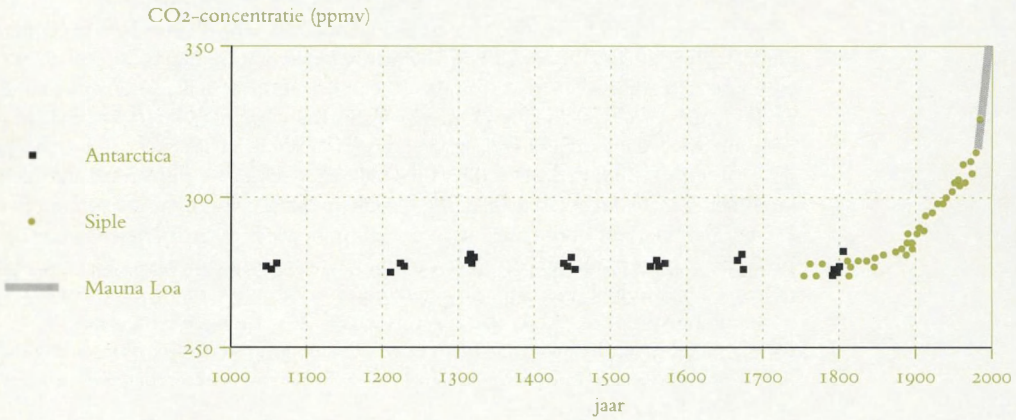
2.1 | Effecten

Broeikasgassen

CO_2. Bij de antropogene emissies van broeikasgassen is CO_2 veruit de belangrijkste: het draagt mondiaal bij tot 60 % van de toename van het broeikaseffect sinds de pre-industriële periode. Tot 1991 steeg de CO_2-concentratie met ongeveer 0,5 % per jaar. Tussen 1991 en 1993 bleef de CO_2-concentratie stabiel, mogelijk ten gevolge van verhoogde plantengroei door klimatologische effecten. Aan deze fase is momenteel een einde gekomen en de concentraties stijgen opnieuw. Van alle antropogene

emissies (ca. 8 Gt koolstof in 1990) blijft de helft in de atmosfeer en stapelt zich er op. De overige helft verdwijnt in de oceanen en in vegetatie (figuur 1). De onzekerheden in deze cyclus zijn nog erg groot.

Figuur 2: Evolutie van de CO_2-concentratie.



Bron: Post, et al.,1990[2].

CH_4. In 1991 bedroeg de concentratie van CH_4 meer dan het dubbele van de waarde van de pre-industriële periode. Tot het einde van de jaren '70 steeg de CH_4-concentratie met 1,3 % per jaar. In 1989 was deze stijging nog 0,6 % per jaar. Sindsdien is er een stabilisatie opgetreden dankzij een vermindering van de bronnen en een tijdelijke klimatologische verstoring door de uitbarsting van de vulkaan Pinatubo in 1991. Chemische reacties in de atmosfeer herleiden CH_4 tot CO_2, of dragen bij tot de vorming van stratosferische waterdamp of O_3. Dit zijn drie broeikasgassen en het effect ervan wordt als een 'indirect' effect toegekend aan CH_4. CH_4 is het enige broeikasgas met een beduidend indirect effect. De indirecte GWP van CH_4 bedraagt 80 % van de directe, en brengt de totale GWP van CH_4 op 19.

N_2O. Jaarlijks neemt de concentratie van N_2O toe met 0,2 % tot 0,3 % per jaar. N_2O ontbindt onder invloed van ultraviolette straling in de stratosfeer.

O_3. Dit is een broeikasgas met snel stijgende achtergrondconcentraties: tot 1 % per jaar (zie III.2B Aantasting van de ozonlaag).

Gemiddelde temperatuur en zeespiegel

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) fungeert als onafhankelijk wetenschappelijk orgaan voor de evaluatie van de wetenschappelijke kennis inzake klimaatverandering[1,3]. Het IPCC stelt met zekerheid vast dat antropogene emissies substantieel de concentraties verhogen van de broeikasgassen CO_2, CH_4, CFK's en N_2O. Dit zal leiden tot een verhoogd broeikaseffect en tot een hogere gemiddelde aardtemperatuur. De gemiddelde aardtemperatuur is de laatste 100 jaar gestegen met 0,3 tot 0,6 °C. De zeespiegel steeg in deze periode met 10-20 cm. Deze wijzigingen zijn echter van dezelfde orde van grootte als de natuurlijke variabiliteit van het klimaat. Deze variabiliteit kan echter ook juist de opwarming verdoezeld hebben.

Het IPCC verklaart op basis van modelberekeningen dat een verdubbeling van de atmosferische concentraties van CO_2 leidt tot een verhoging van de gemiddelde aardtemperatuur met 1,5 tot 4,5 °C. Deze opwarming is niet gelijkmatig verdeeld. Er zijn regionale verschillen en seizoensvariaties. Deze ongelijkmatige spreiding beïnvloedt de weerpatronen en oceaanstromen. De opwarming veroorzaakt het uitzetten van

water in de oceanen en bijgevolg een zeespiegelrijzing. De opwarming gaat gepaard met een verhoogde kans op extreme weersomstandigheden zoals hittegolven, droogte, stormen en overstromingen.

Het IPCC stelt nog wetenschappelijke onzekerheid vast over:

- de natuurlijke variabiliteit van het klimaat en de evolutie ervan in de nabije toekomst;
- de omvang en snelheid van de klimaatverandering;
- de impact op regionale klimaatomstandigheden, ecosystemen en economie;
- de dynamiek van terugkoppelingsmechanismen: een negatieve terugkoppeling remt de opwarming af (bv. het afkoelende effect van stofdeeltjes); positieve terugkoppeling versnelt de opwarming (bv. een grotere opwarming van het aardoppervlak door verminderde weerkaatsing van zonnestraling ten gevolge van het afsmelten van sneeuwbedekking).

Ontegenzeglijke vaststelling van een door de mens veroorzaakte klimaatverandering wordt niet verwacht binnen de eerste 10 jaar.

2.2 | Gevolgen

Ecosystemen

CO_2-bemesting van groene planten. Een toenemende CO_2-concentratie kan resulteren in een verhoogde produktiviteit van planten door een verhoogde fotosynthese en een vertraagde transpiratie. Een verhoogde temperatuur daarentegen doet de verdamping toenemen en kan een tegengestelde invloed op de produktiviteit hebben. De eventuele produktieverhoging is afhankelijk van de aard van de gewassen en van de beschikbaarheid van water en voedingsstoffen. Dit heeft een directe impact op landbouw, bossen en de ecosystemen in het algemeen.

Migratie van gewassen. Door de verandering van klimaatparameters en mogelijke gevolgen zoals droogteperiodes en zoetwatertekorten, kan een evolutie optreden in de begroeiing door grassen, loofbossen of andere gewassen. Het IPCC[4,5] neemt aan dat de huidige klimaatzones enkele honderden kilometers naar de polen zullen verschuiven, gevolgd door een migratie van de flora. Dit kan op zijn beurt een verschuiving van de fauna tot gevolg hebben. Indien de aanpassing van sommige soorten te traag verloopt in vergelijking met de verandering van de klimaatparameters, kan dit leiden tot een verlaging van de diversiteit aan flora en fauna.

Mariene en kustecosystemen. Afhankelijk van de omvang en de snelheid van een verhoging van de zeespiegel, kunnen kustecosystemen verdwijnen of zich aanpassen. Door een verandering van zeestromingen voor de kust kunnen visgronden zich verplaatsen. De constructie van dijken om zich te beveiligen tegen een verhoging van de zeespiegel zal de ecosystemen voor de kustlijn beïnvloeden.

Zoetwaterbevoorrading. Een verandering van de verdamping- en neerslagpatronen kan een invloed hebben op de waterhuishouding van oppervlaktelagen. Indien dit gepaard zou gaan met het optreden van langere droogteperiodes, kan de zoetwaterbevoorrading in het gedrang komen en belangrijke gevolgen hebben voor onder andere de landbouw (bevloeiing) en de drinkwatervoorziening.

Gebieden

Kustgebieden. Een verhoging van het zeespiegelniveau, eventueel gecombineerd met een hogere frequentie en/of intensiteit van stormen kan het gevaar op overstroming aanzienlijk verhogen.

Rivieren en oevers. Een wijziging in de hydrologische kenmerken van bepaalde streken kan aanleiding geven tot een veranderende loop en/of een veranderend wasdebiet

van sommige rivieren en het overstromingsgevaar doen toenemen. Stormen met een hogere intensiteit en frequentie kunnen aanzienlijke schade teweeg brengen aan bouwwerken zoals masten, daken en bruggen; en voertuigen.

Menselijke populaties

Voedselvoorziening. De opbrengst aan landbouwgewassen wordt op tegenstrijdige manieren beïnvloed door CO_2-bemesting, veranderingen van de neerslag en de evaporatie, en de eventuele verschuiving van klimaatzones naar het noorden.

Industrie en energie. De meeste industriële sectoren, inclusief de elektriciteitsvoorziening zijn slechts in beperkte mate afhankelijk van klimatologische omstandigheden. Het belangrijkste aspect is de waterbevoorrading.

Recreatie. Toerisme en recreatie zijn sectoren die gevoeliger zijn voor klimaatveranderingen dan de overige industrie, omdat ze directer verbonden zijn met de natuur.

Gezondheid. Mensen zijn rechtstreeks gevoelig voor het type klimaat, en onrechtstreeks door een toename van het aantal ziektedragers (bv. muggen) onder invloed van het klimaat.

Migratie van mensen. De gevolgen van een veranderd klimaat zoals droogte en overstroming kunnen een migratiestroom doen ontstaan. De maatschappelijke en sociale gevolgen voor de betrokkenen zijn enorm.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Streefwaarde

De algemene doelstelling van de Conventie van Rio is op lange termijn de stabilisatie van de concentratie van broeikasgassen tot op een niveau waarbij een gevaarlijke verstoring van het klimaat wordt vermeden. Op korte termijn moet de toename van de concentratie beperkt worden zodat ecosystemen zich op natuurlijke wijze kunnen aanpassen, de voedselvoorziening niet in het gedrang komt en de economie zich op een duurzame wijze kan ontwikkelen. Het gewenste eindniveau is nog niet bepaald vanwege de moeilijkheden om de juiste impact van een klimaatverandering te becijferen. Het staat echter vast dat in de geïndustrialiseerde landen een *vermindering met meer dan 50 % van de uitstoot van CO_2 en N_2O* nodig is om de concentratie te stabiliseren. Hoe langer we wachten met maatregelen, hoe moeilijker en duurder het wordt om dit te realiseren.

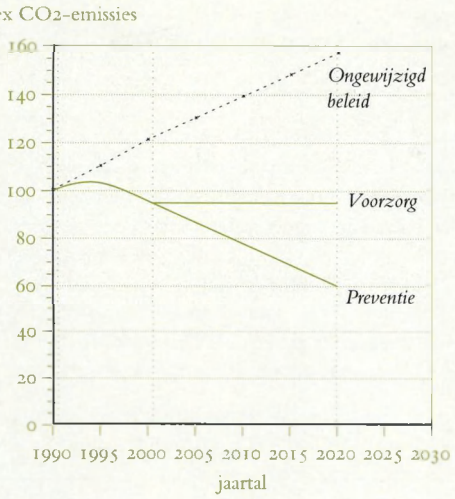
Om het huidig niveau van CH_4-concentraties niet te overschrijden is een onmiddellijke *reductie van de CH_4-emissies* nodig met *15 % tot 20 %*. Dit is minder dan de vereiste reductie voor CO_2, omdat CH_4 een kortere levensduur heeft.

Het is tevens belangrijk om te verhinderen dat nieuwe broeikasgassen worden geloosd. Een voorbeeld hiervan zijn de CFK-vervangende CFK's die de ozonlaag onaangeroerd laten maar wel een belangrijke GWP hebben.

Richtwaarden

De richtwaarden volgen uit de huidige afspraken in het kader van de Klimaatconventie en van de Europese Unie: stabilisatie van alle broeikasgasemissies tegen 2000 op het peil van 1990. België heeft zich in het kader van de EU-stabilisatiedoelstelling ertoe verbonden om tegen 2000 de nationale CO_2-emissies met 5 % te reduceren, ten opzichte van 1990. Voor CH_4 kan een reductie met 10 % tegen 2002 worden nagestreefd en voor N_2O een stabilisatie.

Deze richtwaarden volgen uit het voorzorgsbeginsel dat momenteel gehanteerd wordt in afwachting van een betere wetenschappelijke kennis. Het voorzorgsbeginsel



Figuur 3: Europese reductiestrategieën voor CO_2-emissies.

Bron: VITO.

houdt in dat er maatregelen worden doorgevoerd die voor een gezond economisch beheer of omwille van andere milieuproblemen nodig zijn. Afhankelijk van de groei van wetenschappelijke inzichten en waarnemingen kan deze voorzorgsstrategie voortgezet worden, of omgebogen naar een preventiebeleid. Figuur 3 schetst de beoogde voorzorgsstrategie inzake emissies van CO_2.

Grenswaarden

De wetenschappelijke kennis is op dit ogenblik ontoereikend om grenswaarden te begroten. We stellen voor om met *streefwaarden* te werken.

3 | Bronnen en oorzaken

De uitstoot van CO_2 is voornamelijk te wijten aan de verbranding van fossiele brandstoffen, ontbossing en veranderd landgebruik. Ook sommige industriële processen zoals cement- en kalkproduktie, en afvalverwerking zijn in mindere mate antropogene bronnen van CO_2.

De belangrijkste *CH_4-produktie* is te wijten aan een bacterieel proces, methanogenese genoemd, dat optreedt in afwezigheid van zuurstof. Zulke omstandigheden treden onder meer op in rijstvelden, stortplaatsen, dierlijk afval en het spijsverteringsstelsel van herkauwers. CH_4 kan ook ontstaan door onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen of door lekverliezen bij de ontginning, het transport en de distributie van aardgas.

De antropogene emissies van N_2O zijn gelijkmatig te wijten aan verbrandingsprocessen (door toedoen van de in verbrandingslucht aanwezige stikstof) en aan biochemische reacties op gecultiveerde bodems.

CFK's dragen in grote mate bij tot het broeikaseffect, zoals de GWP-waarden aantonen. CFK's worden momenteel versneld vervangen ter bescherming van de stratosferische ozonlaag (zie III.1B Aantsting van de ozonlaag). Sommige vervangprodukten van CFK's, zoals HFK's hebben echter een aanzienlijke GWP.

Recent is gebleken dat *volledig gefluoreerde koolwaterstoffen* (PFC's) zoals CF_4, C_2F_6 en SF_6 broeikasgassen zijn met belangrijke GWP-waarden en vooral een zeer lange levensduur (tot 10 000 jaar). Deze gassen komen vrij bij de produktie van aluminium en worden gebruikt in elektrische motoren.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van de verstoring

De emissies van CO_2, CH_4 en N_2O, en het verbruik van CFK's en vervangprodukten werden voor het Vlaamse Gewest bepaald en uitgesplitst per doelgroep. De CO_2-emissies uit fossiele brandstoffen werden berekend uitgaande van de energiebalans voor Vlaanderen (zie II.3 Energiesector). Voor de andere CO_2-emissies en CH_4- en N_2O-emissies werden alle significante bronnen gesommeerd. De methode is conform met de inventarisatiemethode van het IPCC die volgens de Klimaatconventie gebruikt moet worden. Tabel 2 vat de emissies van de voornaamste broeikasgassen in Vlaanderen samen en drukt ze uit in CO_2-equivalente emissies met behulp van de Global Warming Potential (GWP).

Tabel 2: Emissies van broeikasgassen per doelgroep en uitgedrukt in duizend ton CO_2-equivalenten (Vlaanderen, 1990).

Doelgroep	CO_2	CH_4	N_2O	*Totaal*	%
Bevolking	10 170	9	334	*10 513*	*15*
Tertiaire sector	5 104	2	171	*5277*	*8*
Landbouw	..[a]	1 982	1 796	*3 778*[a]	*5*[a]
Energietransformatiesector	22 598	223	690	*23 511*	*34*
Industrie	13 057	4	467	*13 528*	*19*
Verkeer en vervoer	11 843	25	68	*11 936*	*17*
Afvalverwerking	880	757	19	*1 656*	*2*
Totaal	*63 652*	*3 002*	*3 545*	*70 199*	*100*
%	*91*	*4*	*5*	*100*	

[a] *Het aandeel van de landbouw in de CO_2-emissie zit vervat in de tertiaire sector.*

Bron: VITO.

Het verbruik van CFK's door de industrie bedroeg in 1990 33,9 miljoen ton CO_2-equivalenten.

De CO_2-emissies zijn hoofdzakelijk het gevolg van de verbranding van fossiele brandstoffen in de verschillende sectoren. Veruit de belangrijkste CH_4-bron (66 %) in Vlaanderen is de landbouwsector en meer bepaald de veeteelt. CH_4-emissies door lekverliezen en onderhoud van aardgasleidingen kunnen 0,5 % tot 2 % van het totale volume verbruikte aardgas bedragen. De onderwaarde werd gebruikt voor de inventarisatie. De belangrijkste bronnen in Vlaanderen van N_2O zijn de verbranding van fossiele brandstoffen en de landbouw.

Trends in de emissiehoeveelheden

Tabel 3 geeft de toekomstige emissies voor CO_2, CH_4 en N_2O. De stijging van CO_2-emissies is het gevolg van de toename van het energiegebruik (zie II.3 Energiesector, referentiescenario) volgens een 'ongewijzigd beleid' scenario, en de veronderstelling dat de jaren 2000 en 2010 klimatologisch normale jaren zijn. 1990 was een warm jaar waardoor minder energie gebruikt werd voor ruimteverwarming. Dit scenario houdt echter geen rekening met enkele recente evoluties, zoals de economische situatie en de beslissing om een geplande elektriciteitscentrale van 700 MW op steenkool niet te bouwen. De CO_2-emissies van België zijn, na correctie voor jaarlijkse klimaatschommelingen, in 1991 en 1992 telkens met 1,6 % gestegen en in 1993 gedaald tot het niveau van 1990. Het is momenteel niet duidelijk of de recente evolutie een structurele verandering van het energiegebruik inhoudt, of louter een tijdelijke inzinking.

Tabel 3: Prognose van de CO_2-emissies per doelgroep, uitgedrukt in duizend ton CO_2-equivalenten bij ongewijzigd beleid (Vlaanderen).

Doelgroep	1990	2000	Afwijking t.o.v. 1990 %	2010	Afwijking t.o.v. 1990 %
Bevolking	10 170	13 608	+34	13 520	+33
Tertiaire sector	5 104	5 682	+11	4 830	-5
Energietransformatiesector energiegebruik	21 757	25 974	+19	35 788	+64
Energietransformatiesecsector procesgebonden emissies	841	400	-53	667	-21
Industrie energiegebruik	11 182	13 979	+25	14 232	+27
Industrie procesgebonden emissie	1 875	2 976	+59	3 262	+74
Verkeer en vervoer	11 843	13 454	+14	15 487	+31
Afvalverwerking	880	860	-2	860	-2
Totaal	*63 652*	*76 933*	*+21*	*88 646*	*+39*
Doelstelling		*60 469*	*-5 %*		

Bron: VITO.

Tabel 4 geeft een prognose voor de emissies van CH_4 en N_2O. De CH_4-emissies verminderen door veranderingen in de afvalverwerking: selectieve ophaling en compostering van groenten-, fruit- en tuinafval, en de verschuiving van storten naar verbranden. De vermindering van N_2O-emissies is het gevolg van veranderingen in de mestverwerking (met onder meer bodeminjectie bij het uitspreiden). Het stijgende energiegebruik resulteert in stijgende emissies voor de overige doelgroepen.

Tabel 4: Prognose van de CH_4- en N_2O-emissies per doelgroep, uitgedrukt in duizend ton CO_2-equivalenten (Vlaanderen).

Doelgroep	CH_4 1990	CH_4 2000	CH_4 2010	N_2O 1990	N_2O 2000	N_2O 2010
Bevolking	9	11	10	334	547	446
Tertiaire sector	2	2	2	171	189	157
Landbouw	1 982	1 933	1 933	1 796	816	816
Energiesector	223	331	365	690	791	1 156
Industrie	4	5	5	467	527	519
Verkeer en vervoer	25	10	8	68	168	203
Afvalverwerking	757	385	94	19	18	18
Totaal	*3 002*	*2 677*	*2 417*	*3 545*	*2 966*	*3 315*
% verschil t.o.v. 1990		*-11%*	*-20%*		*-16%*	*-6%*

Bron: VITO.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Mogelijke oplossingen kunnen zowel maatschappelijk als technologisch van aard zijn. De voorkeur moet gegeven worden aan oplossingen die structureel het energiegebruik en de afhankelijkheid van fossiele energiedragers verminderen.

Technologische opties bestaan onder meer uit een doorgedreven rationeel energie- en grondstoffengebruik en het gebruik van vernieuwbare energiedragers (wind, zon, water, bio-energie). De lozingen van CH_4 en N_2O kunnen met specifieke maatregelen in de landbouw, veeteelt en afvalverwerking verminderd worden.

Maatschappelijke opties richten zich op gedragswijzigingen om tot een zuinig en rationeel energie- en grondstoffengebruik te komen.

5 | Maatregelen

5.1 | Achtergrond en verbintenissen

Het EU-bewakingssysteem[6] voor de uitstoot van CO_2 en andere broeikasgassen, opgericht op 24 juni 1993, verbindt de lidstaten ertoe nationale programma's op te stellen, te publiceren, ten uitvoer te leggen en periodiek bij te stellen voor de beperking van hun antropogene emissies van CO_2 en andere broeikasgassen. De Europese Commissie gaat in overleg met de lidstaten jaarlijks na of de vorderingen toereikend zijn om de doelstellingen van de EU te waarborgen.

De Klimaatconventie vraagt bovendien: programma's voor curatieve maatregelen; het behoud van natuurlijke putten (reservoirs) voor broeikasgassen; de integratie van maatregelen in het sociaal, economisch en milieubeleid; het opleiden en sensibiliseren van de publieke opinie en het opzetten van een brede maatschappelijke participatie; het bevorderen van het wetenschappelijk, technologisch, socio-economisch onderzoek, van observatie en data-archivering, van internationale samenwerking en uitwisseling van gegevens. De Klimaatconventie vraagt kredieten ter beschikking te stellen van ontwikkelingslanden en te zorgen voor een transfer van milieuvriendelijke technologieën en know-how om de bepalingen van de conventie te kunnen realiseren.

5.2 | Procesgeïntegreerde maatregelen

De reductie van emissies van broeikasgassen geschiedt op korte termijn door Rationeel Energie- en Grondstoffengebruik (REGG). Dit wordt gerealiseerd door:

Beheersmaatregelen: de optimalisering van processen en activiteiten, energiebeheer en monitoring, en een doorgedreven vraagzijdebeheer in de elektriciteitssector.

Technologische maatregelen: de vervanging van bestaande technologieën en processen door de best beschikbare; warmterecuperatie en verbeterde isolatie; de ontwikkeling en aanwending van energiezuinige apparatuur (lampen, koelkasten) en machines (wasmachines, aandrijving); en verhoogde efficiëntie door gekoppelde elektriciteits- en warmteproduktie (warmte-krachtkoppeling). Een verschuiving naar brandstoffen met een lage koolstofinhoud (bv. van steenkool naar aardgas) kan bijdragen tot een reductie van de CO_2-emissies. Een dergelijke verschuiving biedt evenwel geen duurzame oplossing en kan een verhoging van de CH_4-emissies met zich meebrengen. De CH_4-produktie in de veeteelt kan verminderd worden door aangepast veevoeder te gebruiken. N_2O-emissies kunnen verminderd worden door een betere beheersing van verbrandingsprocessen.

Produktmaatregelen: verhoging van de levensduur, verhoogd hergebruik en verbeterde recuperatiemogelijkheden van produkten en materialen.

Gedragswijzigingen: door informatieverspreiding, opleiding, onderwijs en financiële prikkels een alert en zuiniger gedrag nastreven.

Hoewel het potentieel klein is, kunnen *vernieuwbare energiedragers* onmiddellijk worden ingezet door: het verveelvoudigen van het geïnstalleerd vermogen aan windenergie; micro- en miniwaterkrachtcentrales; het gebruik van zonne-energie op een passieve wijze in gebouwen (verwarming en licht) en actief voor de produktie van warmwater, elektriciteit of voor koeling; het gebruik van biobrandstoffen en de vergassing van hout voor de gekoppelde produktie van elektriciteit en warmte.

Op lange termijn (vanaf 2010) kan waterstof geproduceerd door elektrolyse van water met elektriciteit uit zonne-energie of waterkracht, gradueel de fossiele brandstoffen vervangen.

5.3 | Emissiebrongerichte maatregelen

De CH_4-produktie in de veeteelt kan beteugeld worden door het aantal dieren te beperken. CH_4 afkomstig uit afval kan opgevangen worden op stortplaatsen voor verbranding en zo een hoeveelheid fossiele brandstof vervangen. Ook de emissies van CH_4 door lekken in, en onderhoud van het aardgasnet kunnen met aangepaste technieken sterk gereduceerd worden.

N_2O-emissies kunnen verminderd worden door een strikte beperking van de bemesting in de landbouw.

5.4 | Curatieve maatregelen

Migratie van gewassen. Begeleidende maatregelen om de migratie van flora en fauna mogelijk te maken zoals het vermijden van monoculturen. Begeleidende maatregelen voor de overschakeling op andere teelten en andere produktiemethodes voor de voedselvoorziening.

Zoetwaterbevoorrading. De aanleg van zoetwaterbekkens om droogteperiodes te overbruggen; strenge reglementering en controle op het onttrekken van grondwater voor bevloeiing.

Kustgebieden, rivieren en oevers. Het herevalueren en permanent onderhouden van de kustbescherming. Het aanleggen van bijkomende potpolders, het versterken van dijken en het sterk reglementeren van oeverbewoning. Het verstrengen en controleren van de stabiliteitsnormen van bouwkundige werken.

5.5 | Mondiale dimensie

Het mondiale karakter van de milieuproblematiek genereert inzake beleidsmaatregelen een bijkomende dimensie: maatregelen voor het reduceren van emissies of het verhogen van de fixatiecapaciteit hoeven niet binnen het territorium plaats te vinden. Bovendien kunnen maatregelen in landen met een economie in transitie en in sommige ontwikkelingslanden veel goedkoper zijn dan in de ontwikkelde landen. De mogelijkheid om maatregelen elders te bekostigen in plaats van in eigen land door te voeren is opgenomen in de Klimaatconventie onder de benaming 'joint implementation' (gezamenlijke implementatie). Dit concept is evenwel een gevoelig onderwerp: ontwikkelingslanden zien het als een mogelijkheid voor de rijke landen om zich aan verbintenissen te onttrekken en de structurele veranderingen die in de rijke landen nodig zijn te ontlopen. Gezamenlijke implementatie zal volgens strenge criteria moeten geschieden. De EU heeft alvast verklaard dat zij haar verbintenissen tegen 2000 binnen het eigen territorium zal doorvoeren.

Nadelige aspecten van het mondiale karakter zijn dat energie-intensieve industrieën naar landen kunnen verhuizen die geen verbintenis in de klimaatconventie zijn aangegaan, en dat investeringen in ontwikkelingslanden vaak gebruikt worden voor produktieverhoging in plaats van energiebesparing.

Referenties

1 Hougton J.T., Callander B.A., Varney S.K., Climate Change 1992: The supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment, Cambridge University Press, Great Britain, 1992.

2 Post W.M., Peng T.-H., Emanuel W.R., King A.W., Dale V.H., De Angelis D., *American Scientist, 78(4)* (1990), 310.

3 Houghton J.T., Jenkins G.J., Ephraums J.J., Climate Change: The IPCC Scientific Assessment, Cambridge University Press, Great Britain, 1990.

4 UNEP/WMO Information Unit on Climate Change (IUCC), United Nations Framework Convention on Climate Change, Switzerland.

5 McG. Tegart W.J., Sheldon G.W., Griffiths D.C., The IPCC Impacts Assessment, Cambridge University Press, Great Britain, 1990.

6 Beschikking van de Raad van 24 juni 1993 inzake een bewakingssysteem voor de uitstoot van CO_2 en andere broeikasgassen in de Gemeenschap (93/389/EEG), Publikatieblad van de Europese Gemeenschappen, Nr. L 167/31, 9 juli 1993.

Begeleiders

H. Dumont, Vakgroep Morfologie, Systematiek en Ecologie, RUG

J.-P. Maelfait, D. Bouwens, Instituut voor Natuurbehoud

J. Mulkens, Belgische Petroleumfederatie

O. Vanderborght, Nationaal comité I.G.B.P. en UA

III.1B Aantasting van de ozonlaag

W. Debruyn, J. Van Rensbergen, Afdeling Energie, VITO

1 | Beschrijving van het thema

In de troposfeer, de lagere atmosfeerlagen waartoe onze leefomgeving behoort, is ozon (O_3) een vorm van luchtverontreiniging; hierop gaat III.2B Fotochemische luchtverontreiniging verder in. In de stratosfeer heeft het aanwezige ozon echter een beschermende functie: het vormt een ozon'laag'. Deze laag neemt uit het invallend zonlicht de UV-B-straling op die schadelijk is voor het aardse leven.

In 1985 werden een eerste maal metingen van dalende ozonconcentraties boven Antarctica gepubliceerd. Sindsdien werden ook boven dichtbevolkte gebieden in de VS en Europa beduidende verminderingen van de stratosferische ozonconcentratie vastgesteld[1] en werden ter hoogte van de biosfeer verhoogde UV-B stralingsintensiteiten gemeten[2]. Tengevolge van deze waarnemingen is in brede wetenschappelijke en politieke kringen een duidelijke consensus ontstaan over een internationale strategie om verdere afbraak van de stratosferische ozonlaag te voorkomen.

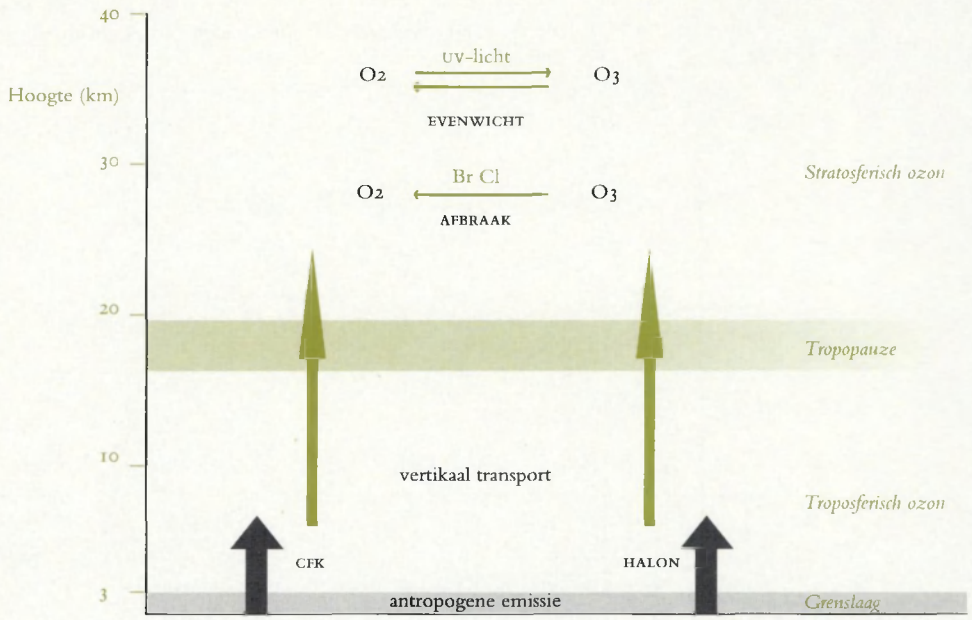
1.1 | Mechanisme

De vermindering van de stratosferische ozonconcentratie boven het noordelijk halfrond kunnen we gedeeltelijk verklaren door meteorologische omstandigheden. Een andere oorzaak is de chemische afbraak van de ozonlaag door reacties met chloor- en broomverbindingen afkomstig van chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) en halonen (koolwaterstofmoleculen die naast chloor en fluor ook broom bevatten) die onder invloed van UV-straling worden afgebroken[1]. CFK's en halonen zijn zeer stabiele moleculen die na emissie onveranderd in de stratosfeer terecht komen. Figuur 1 geeft een overzicht van de in deze paragraaf besproken processen.

Het ozonafbrekend vermogen van een CFK of halon molecule wordt kwantitatief uitgedrukt aan de hand van een ODP-waarde (Ozone Depletion Potential). Deze waarde geeft de verhouding weer van het ozonafbrekend effect van een bepaald gas ten opzichte van het ozonafbrekend effect van CFK-11. Tabel 1 geeft ODP-waarden voor enkele karakteristieke CFK's en halonen.

Er zijn sinds kort 'zachte'CFK's (HCFK's en HFK's) die de aanvankelijk ontwikkelde 'harde' CFK's kunnen vervangen. Deze 'zachte' HCFK's en HFK's worden na emissie grotendeels al in de troposfeer afgebroken waardoor de kans verkleint dat ze de stratosfeer bereiken en daar de ozonlaag aantasten[3]. Dit uit zich in een lagere of zero-ODP-waarde (tabel 1).

Figuur 1: Interacties van CFK's en halonen met stratosferisch ozon.



Bron: IHE.

Tabel 1: Eigenschappen van de voornaamste CFK's en halonen. GWP is de 'Global warming potential' die de emissie van een bepaald broeikasgas uitdrukt als een 'CO_2-equivalente' emissie.

Produkt	Levensduur (jaar)	ODP	GWP
Harde CFK's			
CFK-11	55	1	3 400
CFK-12	116	1	7 100
Zachte CFK's			
HCFK-22	15,8	0,05	1 600
HCFK-142b	22,4	0,05	1 800
HFK-134a	15,6	0	1 200
HFK-143a	64,2	0	3 800
Halonen			
Halon 1211	12,5	3	..
Halon 1301	110	10	4 900

Bron: VITO, gecompileerd.

1.2 | Verbanden met andere thema's

Er is een direct verband met III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect: sommige CFK's hebben een aanzienlijke Global Warming Potential (GWP) (tabel 1). Bovendien is er ook een verband met III.5 Afvalstoffen, omdat de recuperatie, de recyclage en/of de vernietiging van ozonaantasters binnen de afvalsector dient te worden georganiseerd.

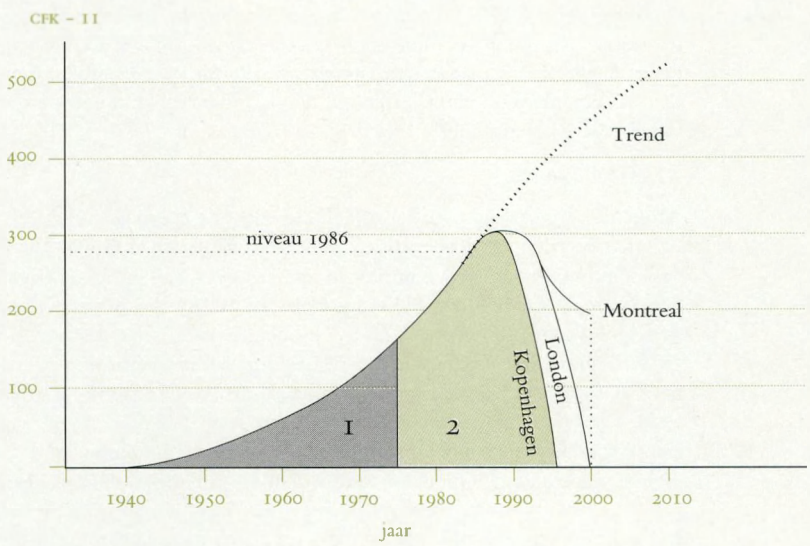
1.3 | Ruimtelijk perspectief

De aantasting van de stratosferische ozonlaag is een mondiaal milieuprobleem dat veroorzaakt wordt door de geïndustrialiseerde landen die gechloreerde en/of gebromeerde koolwaterstoffen op industriële schaal produceren en toepassen. De emissies vinden zeer verspreid plaats, bijvoorbeeld door lekken uit koelsystemen. De stoffen verplaatsen zich vrij door de stratosfeer; terwijl de effecten plaatselijk kunnen worden waargenomen.

1.4 | Tijdsperspectief

Figuur 2 stelt de evolutie van de produktie van CFK-11 (als voorbeeld voor de harde CFK's) voor in functie van de tijd, zoals gereglementeerd door het Protocol van Montreal[4] en de opeenvolgende wijzigingen van dit protocol te London en Kopenhagen. Figuur 2 illustreert duidelijk de impact van het steeds striktere beleid; de curve 'trend' stelt hierbij de geprojecteerde vraag naar CFK's voor in een ongereglementeerde situatie. Tegelijkertijd illustreert deze figuur ook de implicaties van de karakteristieke tijdsspanne (gemiddeld 15 jaar) tussen emissie en effect: de schade tot nog toe toegebracht aan de stratosferische ozonlaag is het resultaat van een hoeveelheid CFK's die in het verleden zijn geëmitteerd (oppervlak (1) in figuur 2). Dit betekent dat de stratosfeer in de toekomst nog beïnvloed zal worden door een hoeveelheid CFK's zoals bepaald door oppervlak (2) in figuur 2. Zonder gepaste maatregelen (5.2) dient het grootste effect nog te komen.

Figuur 2: Produktie van CFK-11.



2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Het milieuprobleem speelt zich af in het compartiment lucht. Het resulterende effect is een verminderde bescherming van de biosfeer tegen UV-B-straling. De karakteris-

tieke energie-inhoud van UV-B-straling is groot genoeg om organische moleculen te beschadigen, zodat ook levende organismen kunnen worden aangetast.

2.2 | Gevolgen

Ecosystemen

Een verhoogde intensiteit van het hoog-energetische UV-B kan leiden tot een aantasting van plankton, een belangrijke voedselbron in de oceaan. Blootstelling aan UV-B-straling beschadigt het bladoppervlak van groene planten en verstoort zo de fotosynthese; dit zal onder andere leiden tot een lagere opbrengst van landbouwgewassen.

Menselijke populaties

De hogere UV-B-stralingsintensiteit ter hoogte van de biosfeer kan resulteren in een toename van het aantal huidafwijkingen en oogaandoeningen. Men schat dat een toename van 1 % in UV-B-straling op het aardoppervlak zal leiden tot een verhoging van het aantal huidkankers bij de mens van 1,5 % tot 3 %. Als ogen blootgesteld worden aan ultraviolette straling kan het hoornvlies verbranden (hetzelfde effect als 'sneeuwblindheid' op grote hoogte), wat bij herhaald optreden het gezichtsvermogen blijvend kan aantasten door cataract of grauwe staar.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Streefwaarde

De beschreven effecten van hoogenergetische ultraviolette straling op de volksgezondheid geven reden genoeg om de verdere afbraak van de stratosferische ozonlaag te voorkomen. Een *stopzetting van het verbruik van CFK's, HCFK's en halonen* is de meest doeltreffende manier om bijkomende emissies te vermijden. Een uitzondering kan worden gemaakt voor produkten die onontbeerlijk zijn voor 'essentiële' toepassingen zoals geneesmiddelen met CFK als drijfgas.

Richtwaarden

Als richtwaarden voor emissies gelden de volgende *internationale afspraken*. De Ozonconferentie van Kopenhagen van 25 november 1992 voorziet in een stopzetting van de produktie en het verbruik van harde CFK's, CCl_4 en 1,1,1,-trichloorethaan in het jaar 1996, van halonen in het jaar 1994 en van HCFK's in het jaar 2030. De verordeningen van de Commissie van de Europese Gemeenschappen van 4 maart 1991 en 30 december 1992 voorzien in een stopzetting van het verbruik van harde CFK's in het jaar 1995, van halonen in 1994, van CCl_4 in 1995 en van 1,1,1-trichloorethaan in 1996. Voor de HCFK's als overgangsprodukten wordt enkel een meldingsplicht voorzien. De EG-commissie heeft een voorstel tot verordening ingediend dat beide voorgaande verordeningen moet vervangen. Dit voorstel bevat een strenger reductieschema dan eerder was vastgelegd naar aanleiding van de Ozonconferentie van Kopenhagen en geldt ook voor HCFK's, HBFK's en methylbromide. Het voorstel ligt ter discussie.

Grenswaarden

Uit de meest recente waarnemingen in verband met de stijgende intensiteit aan UV-B-straling in de biosfeer blijkt dat de *grenswaarde* waarschijnlijk al werd *overschreden*. Dit wordt nog geaccentueerd door de effectvertraging (figuur 2) en de lange 'naijling' te wijten aan de karakteristieke lange levensduur van de ozonafbrekende stoffen (tabel 1).

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Emissiebronnen en veroorzakende activiteiten

CFK's worden gebruikt als drijfgas, als koelmiddel (residentieel zowel als commercieel), als blaasmiddel bij de produktie van schuim, als oplos- of reinigingsmiddel en als brandbestrijdingsmiddel (voor deze laatste toepassing worden halonen gebruikt).

3.2 | Trends in de emissiehoeveelheden

Tabel 2 beschrijft de evolutie van het verbruik van CFK's en halonen in Vlaanderen tussen 1970 en 1992. Voor de periode 1970-88 zijn er slechts weinig gedetailleerde gegevens voorhanden want de verschillende produkten worden ondergebracht onder de algemene noemer 'Chloorfluoralkanen'; vanaf 1988 laten de statistische basisgegevens een meer gedetailleerde opsplitsing toe in 'harde CFK's', 'zachte CFK's' (i.e. HCFK's en HFK's) en 'halonen'.

Tabel 2: Evolutie van het CFK-verbruik in Vlaanderen (1970-92, uitgedrukt in ton).

Produkt	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992
Harde CFK's	.	.	.	.	5 944	4 785	2 852
Zachte CFK's	.	.	.	.	989	1 090	1 412
Halonen	.	.	.	.	132	61	32
Totaal Chloorfluoralkanen	*1 057*	*1 612*	*5 928*	*6 885*	*7 065*	*5 936*	*4 296*

Bron: IHE en VITO.

De evolutie van de emissies hangt af van de verdere toekomstige afspraken op internationaal vlak. Een stopzetting van het verbruik van een bepaald CFK leidt echter niet tot een onmiddellijke stopzetting van zijn emissie als dusdanig: de produkten uit het verleden die CFK's bevatten, zullen pas na verloop van tijd hun CFK-inhoud vrijgeven.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van de verstoring

Het is slechts in beperkte mate mogelijk om de verbruikte hoeveelheden CFK's op te splitsen naar de betrokken industriële sectoren. Het Koninklijk Besluit van 7 maart 1991, bepaalt een driemaandelijkse meldingsplicht met betrekking tot koelvloeistoffen; vanwege de personeelsproblematiek van de Cel Leefmilieu van het Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu werden de meldingen nog niet verwerkt of gevalideerd. Met de schuimsector bestaat een vrijwillige afspraak tot informatie over de jaarlijkse evolutie van het CFK-verbruik (Fechiplast, 3 maart 1989). Volgens deze rapportering verbruikte de Vlaamse *schuimrubbersector* in 1990 - gerekend met de verhouding van het aantal gewestelijke/federale inwoners als verdeelsleutel - 4 572 ton harde CFK's, dit is 77 % van het totale verbruik van harde CFK's in dat jaar.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Het is zeer belangrijk dat de doelgroepen bewust gemaakt worden van de ozonproblematiek. Dit kan bijvoorbeeld door personeelsopleidingen of een erkenningsregeling voor particuliere technici.

5 | Maatregelen

5.1 | Achtergronden en verbintenissen

De doelgroepen kunnen traditionele CFK-toepassingen vervangen ofwel door *alternatieve produkten* ofwel aan de hand van *alternatieve technologieën* die niet noodzakelijk de fysische of chemische eigenschappen van CFK's simuleren.

HCFK's en HFK's zijn momenteel de meest gangbare vervangingsprodukten van de harde CFK's. Sommige zachte CFK's bezitten een vrij hoge ODP; ze kunnen dan ook slechts als overgangsprodukten worden beschouwd naar een meer definitieve oplossing. Sommige HFK's hebben een verwaarloosbare ODP, maar een aanzienlijke GWP. Dit betekent dat men door een massaal gebruik van deze substituten het probleem van de aantasting van de ozonlaag verschuift naar het probleem van de klimaatverandering.

Tot nog toe werden in België concrete afspraken gemaakt met de volgende drie federaties: de Algemene Belgische Aerosolenvereniging, de koelindustrie en de kunststofindustrie. Er is een afspraak met de brandbestrijdingssector in voorbereiding. De wet van 16 juli 1993 aangaande de federale staatsstructuur voorziet dat produktnormen (reductieschema's kunnen als produktnormen worden beschouwd) tot de federale bevoegdheid behoren en dat alle andere aspecten (exploitatievergunningen, erkenning van technici, recyclage enzomeer) tot de gewestelijke bevoegdheid behoren. Deze gedeelde verantwoordelijkheid vereenvoudigt een gestroomlijnd beleid niet en maakt een regelmatig overleg tussen de bevoegde instanties absoluut noodzakelijk. Een geharmoniseerde regeling in de drie Gewesten is te verkiezen; het is essentieel om naar de industrie en de consumenten eenduidige signalen te geven. Een verschillende regeling per gewest is verwarrend en werkt wanpraktijken in de hand.

5.2 | Procesgeïntegreerde maatregelen

Uit een situatieschets van de verschillende industriële sectoren waarin gehalogeneerde koolwaterstoffen worden toegepast, blijkt dat de situatie niet altijd transparant of eenduidig is: soms zijn er diverse alternatieve produkten en/of technologieën mogelijk. Deze maatregelen zijn bovendien zeer specifiek voor elke sector. Een typevoorbeeld van een procesgeïntegreerde maatregel binnen de brandbestrijdingssector is de beperking van het gebruik van halonen tot de beveiliging van bepaalde deelcategorieën (zoals operatiezalen of het culturele erfgoed) terwijl ruimtes die niet onder zulke deelcategorieën vallen eerder structureel worden beveiligd.

5.3 | Emissiebrongerichte maatregelen

Krachtens de afvalstoffenwetgeving is de organisatie van CFK- en halonenstromen een bevoegdheid van de gewesten. Het beleid in Vlaanderen moet gericht zijn op vier maatregelen:

- het selectief ophalen van materialen en installaties die ozonafbrekende produkten bevatten;
- het gecontroleerd opvangen van de ozonafbrekende produkten;
- het oprichten van een CFK- en halonenbank voor 'essentiële toepassingen';
- het vernietigen van alle overige produkten.

Het *selectief ophalen van de CFK- en halonenbevattende apparaten en materialen* gebeurt nog niet vaak genoeg. De ophaaldienst kan bijvoorbeeld worden georganiseerd op gemeentelijk vlak. Een registratieplicht of statiegeld op apparaten kan de efficiëntie van de ophaling verhogen.

Ozonafbrekende produkten worden in Vlaanderen slechts gedeeltelijk *gecontroleerd verwijderd*. Enkel vloeistoffen worden afgetapt; het terugwinnen van produkten uit bijvoorbeeld isolatiemateriaal is niet aan de orde. Daarom is de *installatie van een gecontroleerde sloopstraat* of de aanpassing van een bestaande sloopstraat nodig. Deze installatie kan deel uitmaken van een geïntegreerd afvalstoffenbeleid in Vlaanderen en tevens worden ingezet bij het verwerken van diverse andere produkten.

De *definitie van 'essentiële toepassingen'* kan bepaald worden door de internationale afspraken (Internationaal Ozonsecretariaat). Produkten voor essentiële toepassingen kunnen ter beschikking worden gesteld van een door de overheid beheerde *CFK- en halonenbank*. Een nauwkeurige *inventarisatie van ozonafbrekende stoffen* is een noodzakelijke basis voor een nauwkeurige CFK- en halonenopslag. Het beheer van de voorraden zelf kan op administratieve basis worden georganiseerd (in bestaande installaties) en/of door de inzameling en gecentraliseerde opslag van de geselecteerde produkten. Gerecupereerde hoeveelheden CFK's en halonen die bruikbaar zijn voor essentiële toepassingen kunnen worden gezuiverd en onder het beheer van de overheid geplaatst; de overige hoeveelheden moeten worden vernietigd. In Vlaanderen bestaat de mogelijkheid om CFK's en halonen te zuiveren door destillatie.

De *vernietiging van CFK's en halonen* kan stapsgewijze gebeuren waarbij rekening moet worden gehouden met de geïnstalleerde capaciteit in Vlaanderen (momenteel 400 ton per jaar). De vernietiging van CFK's en halonen in toepassingsgebieden waar het jaarlijks lekverlies het grootst is (bijvoorbeeld de koelsector) verdient voorrang. Door de toepassing van een stapsgewijze vernietiging wordt de volle capaciteit van de bestaande vernietigingsinstallaties optimaal benut en de investeringskosten dus geminimaliseerd.

5.4 | Mondiale dimensie

Hoewel Vlaanderen niet in staat is mondiale problemen op te lossen, kan wel een 'stimulerende' politiek nagestreefd worden. Zo kan Vlaanderen inzake preventie en vernietiging hulp bieden aan landen met een economie in transitie in de vorm van financiële en technologische transfers zoals voorzien in de Conventie van Wenen.

Referenties

1 Waters et al., *Nature, 362* (1993), 597.

2 Kerr and McElroy, *Nature, 262* (1993), 1032.

3 Cooper et al., *Atmospheric environment, 27A(1)*, (1993), 117.

4 UNEP, Handbook for the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer, Ozone secretariat, 1991.

Begeleiders

H. Dumont, Vakgroep Morfologie, Systematiek en Ecologie, RUG

J.-P. Maelfait, D. Bouwens, Instituut voor Natuurbehoud

J. Mulkens, Belgische Petroleumfederatie

O. Vanderborght, Nationaal comité I.G.B.P. en UA

III.2A Verzuring

R. Dams, L. Moens, Vakgroep Analytische Chemie, RUG

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Mechanismen en verbanden met oorzaken

Natuurlijke zuurtegraad. Voor de zuurtegraad van de atmosfeer zijn naast koolstofdioxyde (CO_2) ook de gassen ammoniak (NH_3), zwaveldioxyde (SO_2), de stikstofoxyden (NO en NO_2, samen NO_x), waterstofsulfide (H_2S); en in de aërosolen (fijne deeltjes of vloeistofdruppeltjes) carbonaten, sulfaten en metaalionen belangrijk. De zuurtegraad wordt in een waterig milieu, zoals de wolken en de neerslag gemeten aan de hand van de concentratie waterstofionen (H^+). Het negatieve logaritme van deze concentratie noemt men de pH (pH = -log[H^+]). Bij de huidige CO_2-concentratie van de lucht heeft men berekend dat natuurlijk, onverontreinigd wolken- en regenwater een pH heeft van 5,65. Een pH kleiner dan 5,65 betekent dat er verzuring is opgetreden. Hoe lager de pH hoe groter de verzuring.

Verzuring door tussenkomst van de mens. De kritische evenwichten die bestaan in de atmosfeer en met de geosfeer en de biosfeer kunnen gemakkelijk verstoord worden door menselijke activiteiten zoals extra toevoeging van zuurvormende stoffen. Onder verzuring verstaan we de gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- (S) en stikstof- (N) verbindingen die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht. SO_2 wordt in de atmosfeer immers na enkele uren of dagen grotendeels omgezet in zwavelzuur (H_2SO_4), terwijl NO na oxidatie tot NO_2 omgezet wordt tot salpeterzuur (HNO_3). Deze sterke zuren kunnen de concentratie waterstofionen in de atmosfeer zeer sterk doen toenemen (vertien- of vertwintigvoudigen), zodat de pH kan dalen tot 4,5 of soms zelfs lager. Het vooral door de landbouwactiviteiten geloosde NH_3 is een basisch gas dat in eerste instantie zorgt voor een beperkte neutralisatie van de atmosfeer. Bij deze reactie wordt het echter omgezet in het zure ammonium (NH_4^+). Wanneer ammonium de bodem bereikt, wordt het daar door nitrificerende bacteriën omgezet in salpeterzuur (HNO_3).

Zure neerslag. De ontstane zuren kunnen na enige tijd in vloeibare of vaste vorm uit de atmosfeer verdwijnen door uitregenen en uitwassen (natte depositie). Op deze wijze wordt echter slechts ongeveer een derde van de verzurende componenten verwijderd. De rest verdwijnt door droge depositie. Droge depositie kan op drie verschillende manieren gebeuren:

- absorptie van gassen door vochtige oppervlakken van bodem, gebouwen, bladeren, boomstammen of rechtstreeks door de poriën van de bladeren;
- bezinking van aërosoldeeltjes onder invloed van de zwaartekracht;

- botsing van aërosoldeeltjes, zoals mist, nevel en wolkendruppels met allerlei oppervlakte-elementen onder invloed van de wind.

De gevolgen van de SO_2- en NO_x-emissies zijn dus veel omvangrijker dan alleen een toegenomen zuurtegraad van de regen. De verwijdering van deze componenten en van NH_3 of NH_4^+ uit de lucht leidt tot verzuring van bodem en oppervlaktewater en tot aantasting van de vegetaties. Daarom is het beter te spreken van 'verzurende neerslag via droge en natte depositie' dan van 'zure regen'.

Potentieel zuurequivalent. Aangezien één mol of 64 gram SO_2 rechtstreeks of onrechtstreeks aanleiding kan geven tot de vorming van 1 mol H_2SO_4, waarin 2 mol H^+-ionen beschikbaar zijn, komt 64 gram SO_2 potentieel overeen met een verzurend effect van 2 equivalenten. Vermits 1 mol of 46 gram NO_2 aanleiding kan geven tot de vorming van 1 mol HNO_3, kan 46 gram NO_2 potentieel een verzurend effect hebben van 1 equivalent. Evenzo heeft 1 mol of 17 gram NH_3 na nitrificatie in de bodem, maximaal een verzurend effect van 1 equivalent.

Verzuring van het oppervlaktewater. Tot de meest bekende effecten van de verzurende emissies behoort zeker de verzuring van meren en vennen en de daarmee gepaard gaande aantasting van het visbestand en de watervegetatie. Een aantal aquatische ecosystemen zijn slechts in beperkte mate gebufferd: de aanvoer van een relatief kleine hoeveelheid zuurequivalenten kan de zuurtegraad al sterk doen stijgen. Een bekend voorbeeld is de verzuring van de Kempische vennen.

Verzuring van de bodem. Ook op het bodemmilieu heeft de aanvoer van zwavel- en stikstofverbindingen een verzurende invloed. Als SO_2, NO_x en NH_3 in de atmosfeer nog niet omgezet zijn tot zwavelzuur en salpeterzuur dan gebeurt dit in grote mate in de bodem. De bodem verzuurt wanneer de zure depositie uitstijgt boven een bepaald niveau. Dit gebeurt wanneer de verwering van primaire materialen en de toevoer van verzurende stoffen uit de atmosfeer niet meer in evenwicht zijn met de uitspoeling ervan. Vooral de zwak gebufferde arme zandgronden zijn gevoelig voor de verzuringseffecten. De ontstane waterstofionen hechten zich aan het klei-humuscomplex door uitwisseling met Al^{3+}-ionen. De goed oplosbare sulfaten en nitraten spoelen bij neerslagoverschot uit naar de diepere bodemlagen en kunnen het grondwater bereiken. Alhoewel de bekende aantasting van de bossen talrijke oorzaken heeft, zoals de fotochemische zomersmog, de monocultuur, de overexploitatie, de infecties, speelt ook de verzuring zeker een belangrijke rol bij dit nefaste fenomeen.

1.2 | Verbanden met andere thema's

Verband met vermesting. Er bestaat een sterke interactie tussen verzuring en vermesting. Enerzijds is de depositie van NH_3 en van geneutraliseerd NH_4^+, een belangrijke stikstofbron geworden. Dit kan resulteren in een accumulatie van stikstof in de bodem waardoor de opname van andere ionen wordt beperkt (zie III.3 Vermesting). Anderzijds wordt NH_3-vervluchtiging in de hand gewerkt door het mestoverschot. Volgens berekeningen zou ongeveer 20 % tot 40 % van het stikstof in dierlijke mest als NH_3 verdampen.

Verband met fotochemische luchtverontreiniging. De lozingen van stikstofoxyden dragen niet alleen bij tot de verzuring maar liggen aan de oorsprong van de vorming van fotochemische zomersmog (zie III.2B Fotochemische luchtverontreiniging). De aanwezigheid van SO_2 speelt trouwens ook een rol bij de vorming van wintersmog.

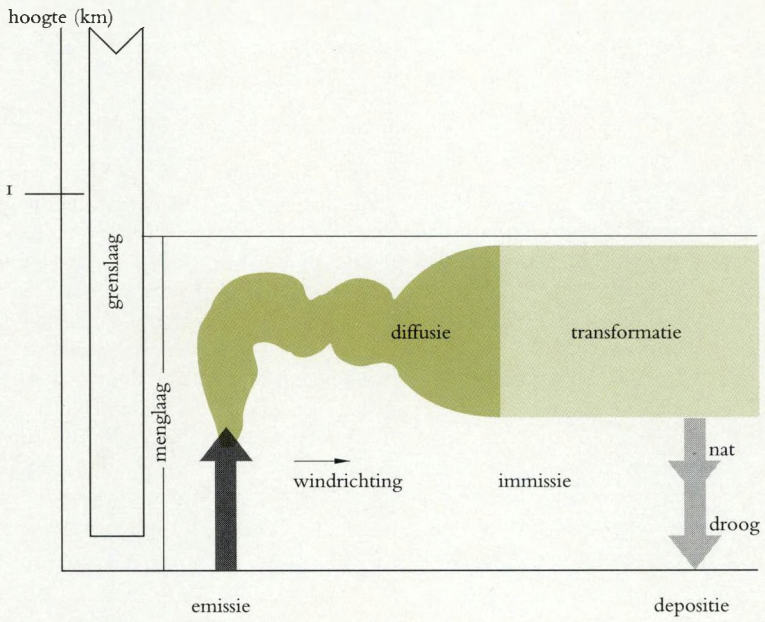
1.3 | Ruimtelijk perspectief

Om de luchtkwaliteit in de omgeving van de bronnen van luchtverontreiniging te verbeteren, was het beleid in de zestiger en zeventiger jaren vooral gericht op een

goede verspreiding via hoge schoorstenen. Dit leidt tot een verlaging van de concentraties op grondniveau in de brongebieden, maar eveneens tot meer grensoverschrijdende vervuiling. Tegelijkertijd gaat het aanwijsbaar verband tussen emissiebron en plaats enerzijds en de schadelijke effecten anderzijds verloren.

Transport. Wegens de lange verblijftijden in de atmosfeer (enkele dagen voor SO_2 en nog langer voor NO_x) en een transportsnelheid van de lucht en de wolken van 2 tot 10 meter per seconde, kunnen de verzurende componenten al gauw over afstanden van 200 tot 1 000 km getransporteerd worden. De lange-afstandstransporten brengen de verzurende stoffen via droge depositie en vooral via natte depositie tot in ver afgelegen landelijke streken en natuurgebieden. Omdat NH_3 sneller verwijderd wordt, beperkt de invloed zich voornamelijk tot op een tiental kilometer van de bron. Zoals figuur 1 toont, treedt verdunning van de polluenten voornamelijk op tijdens de horizontale verspreiding (diffusie) te wijten aan de luchtverplaatsing door de wind, waarbij de rookpluim langer, breder en hoger wordt. De verticale verspreiding van de verontreiniging (diffusie) wordt bepaald door de temperatuurverschillen in de onderste luchtlagen, ook wel menglaag genoemd, waarvan de hoogte meestal varieert in de loop van de dag en soms beperkt wordt door bovenliggende warme luchtlagen (temperatuurinversie), wat enkele malen per jaar leidt tot episodes van hoge luchtverontreiniging. De chemische omzettingen (transformaties) in zuren in gas- of aërosolvorm gebeuren gelijktijdig met de verspreiding waarna de natte en droge depositie optreedt door interactie met bodem, bebouwing, vegetatie en water.

Figuur 1: Schematische voorstelling van de verspreiding van luchtverontreiniging.



Bron: naar MINA-plan 2000, 1990[1].

Grensoverschrijdende verontreiniging. Door de verspreiding van de verzurende componenten over grote afstanden, is de verzuring noodzakelijkerwijze een internationaal probleem dat een gecoördineerde internationale aanpak vereist. De omringende landen bepalen weliswaar voor een stuk de verzuring in Vlaanderen, maar Vlaanderen is ook medeverantwoordelijk voor de verzuring in de buurlanden. Met zijn grote bevolkingsdichtheid, intensieve industrialisatie, grote energieproduktie, veestapel en verkeersdichtheid vormt Vlaanderen, samen met het noorden van Frankrijk, het zuiden

van Nederland en het Rijn-Ruhrgebied in Duitsland het industriële zwaartepunt van Noordwest-Europa. Van de Belgische verzurende emissies in 1990 neemt Vlaanderen 65 % van het SO_2, 63 % van het NO_x en bijna 90 % van het NH_3 voor zijn rekening[2]. De omvang van invoer en uitvoer van verzurende componenten kan men in een kleine regio als Vlaanderen slechts indirect berekenen, door modelberekeningen van de atmosferische verspreiding van de verzurende emissies te vergelijken met de verzurende depositie op het grondgebied. Beide benaderingen leveren slechts schattingen op. Uit de studies van het IHE blijkt dat in Vlaanderen de potentieel verzurende emissies de zure deposities op eigen grondgebied in hoge mate overtreffen (60 tot 100 %)[3,4]. Vlaanderen is dus *netto* een *uitvoerder* van verzurende componenten. Van de SO_2- en NO_x-emissies wordt minder dan een derde als verzurende depositie in eigen regio afgezet, terwijl de rest in de buurlanden voor verzuring zorgt. Vooral de emissie door de hoge schoorstenen verlaat doorgaans de regio. Van de NH_3-emissies, die op een lagere hoogte gebeuren en waarvan de transportafstand gemiddeld kleiner is, wordt meer dan 80 % in Vlaanderen afgezet. De NH_3-emissies dragen dan ook verhoudingsgewijze meer bij tot de verzuring (32 %) dan tot de verzurende emissie (21 %). In totaal schat men dat iets meer dan de *helft* van de verzurende depositie afkomstig is van *eigen emissie* in de Vlaamse regio.

1.4 | Tijdsperspectief

Potentieel verzurende emissies. Vooral in de periode 1960-75 is de emissie van verzurende componenten (en vandaar ook de depositie in Europa) zeer sterk gestegen. In Vlaanderen blijkt dit onder meer uit de hoge SO_2-concentraties in de omgevingslucht (immissies) in stedelijke en industriële gebieden aan het begin van de zeventiger jaren (zie ook figuur 2a in 2.1). Sindsdien is er echter een belangrijke reductie van de SO_2 emissies en immissies opgetreden. Dit blijkt uit de geregistreerde emissiegegevens van alle verzurende emissies in Vlaanderen (EIVR[5]) sinds 1980. De totale potentieel verzurende emissies zijn in de periode 1980-91 gedaald met 41 %. De immissies zijn met een factor drie gedaald.

Verzurende deposities. De hoeveelheden verzurende deposities worden niet rechtstreeks gemeten maar uit benaderende berekeningen afgeleid. Aangezien deze berekeningen slechts voor 1989-90 uitgevoerd werden, is het onmogelijk significante uitspraken te doen over trends. De resultaten in tabel 1 tonen voor 1989-90 een berekende totale depositie over het Vlaams grondgebied van gemiddeld *5 126 zuurequivalenten per hectare en per jaar* met een relatief aandeel van 43 % voor de zwavelverbindingen, 25 % voor de NO_x verbindingen en 32 % voor de NH_3 verbindingen, verdeeld over de 30 % natte en 70 % droge depositie. We kunnen de depositie ook uitdrukken in kilogram zwavel of stikstof per hectare en per jaar die vanuit de lucht wordt afgezet. Uit tabel 1 blijkt dat in 1990 meer stikstof werd afgezet dan zwavel. Uit de evolutie tijdens de laatste 10 jaar van indicatoren in de neerslag, zoals de pH en de concentratie van de ionen (SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+) kan men slechts een kleine vermindering van de verzuring afleiden.

Tabel 1: Gemiddelde verzurende depositie berekend uit meetresultaten tijdens meteorologisch jaar 1989-90 in Vlaanderen.

Verbinding	Depositie (per hectare en per jaar) in zuurequivalenten			
	Nat	Droog	Totaal	
Zwaveloxyden	724	1 488	2 212	43 %
Stikstofoxyden	350	940	1 290	25 %
Ammoniak	471	1 153	1 624	32 %
Totaal	*1 545*	*3 581*	*5 126*	*100 %*
	30 %	70 %	100 %	

Stof	Depositie (per hectare en per jaar) in kg Nat	Droog	Totaal
Zwavel	11,6	23,8	35,4
Stikstof	11,5	29,3	40,8

Bron: IHE, 1998[5].

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

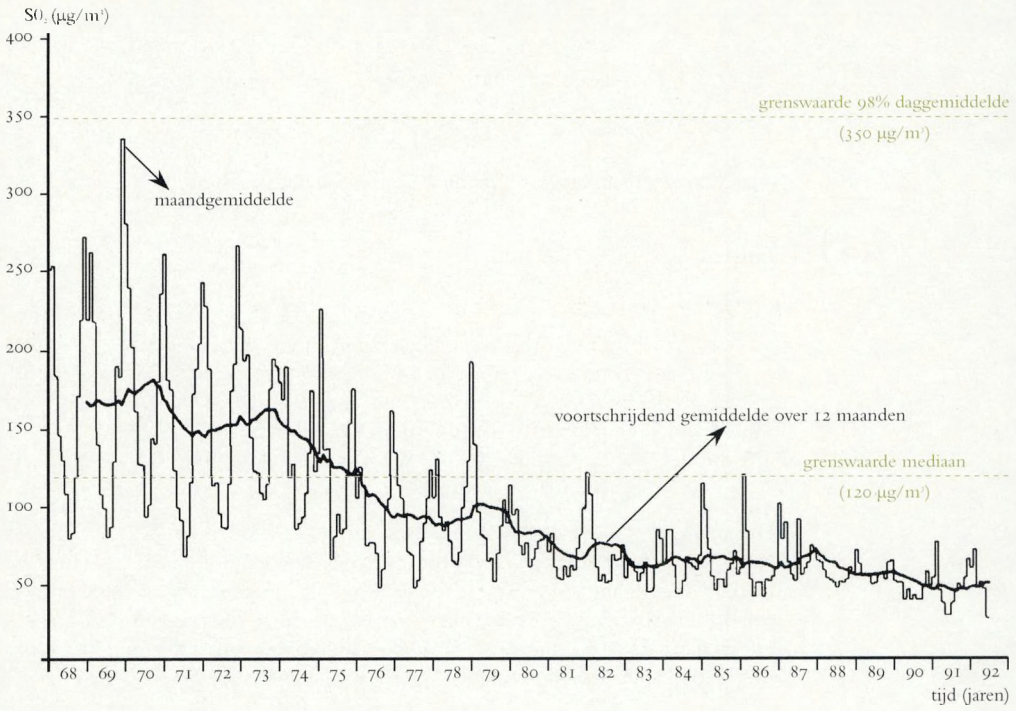
Immissies

Een eerste effect van de emissie van de verzurende componenten SO_2 en NO_x en van deeltjes is de aantasting van de luchtkwaliteit. De graad van aantasting wordt gemeten als de 'immissie' of de concentratie van een bepaalde luchtverontreinigende stof in de omgevingslucht, uitgedrukt in massa per volume lucht ($\mu g/m^3$). De immissie wordt gevolgd in verschillende *meetnetten* van de VMM[6] (Automatisch meetnet[7], Zwavel-rookmeetnet[8], Regenmeetnet[9]).

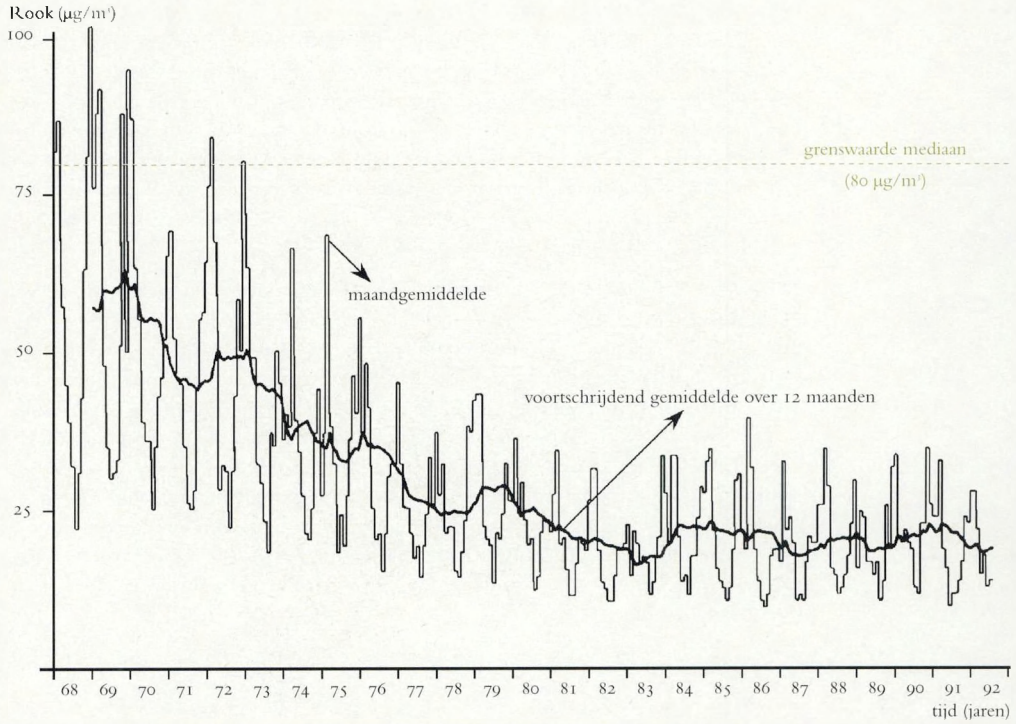
SO_2-immissies. Als gevolg van de emissies van het verkeer en de gebouwenverwarming en van de nabij gelegen industriezones worden de hoogste concentraties gemeten in de steden Antwerpen en Gent en in sommige industriezones. In de meer landelijke gebieden liggen de SO_2-concentraties gemiddeld twee tot drie maal lager dan in de steden. Door ongunstige meteorologische omstandigheden kunnen er episodes van verhoogde luchtverontreiniging optreden. De wettelijke grenswaarden (zie ook tabel 3 in 2.3) worden sinds 1987 overal gerespecteerd. Dit is niet het geval voor de richtwaarden. De bovenste grens van deze richtwaarden wordt soms overschreden in industriezones en de onderste grens in de aangrenzende grote agglomeraties. Om de gezondheid van de bevolking te beschermen, is dus nog een verdere vermindering van de emissie nodig. Uit de evolutie van SO_2-immissies (figuur 2a) sinds 1968 blijkt dat vooral tijdens de zeventiger jaren een zeer significante daling van de concentraties in de steden heeft plaatsgevonden. Er was een status-quo tijdens de tachtiger jaren omdat enerzijds het zwavelgehalte van de stookolie afnam en anderzijds de emissie op lage hoogte te wijten aan het binnenstedelijk dieselverkeer toenam. Sinds 1980 zijn de industriële emissies langs hoge schoorstenen sterk verminderd, waardoor het grensoverschrijdend pollutietransport is verminderd. De immissies in de steden zijn verhoudingsgewijze veel minder gedaald.

Zwarte-rookimmissies. De concentratie aërosolen wordt bepaald aan de hand de concentratie aan zwevende deeltjes (Automatisch Meetnet) en door de zwarte-rookmethode[8] zoals gedefinieerd in de wettelijke grenswaarden. Terwijl in het Automatisch Meetnet het totaal gesuspendeerd stof gemeten wordt, meet de rookmethode naast de condensatiekernen afkomstig van de transformatie van SO_2, NO_x, NH_3 naar de vaste of vloeibare fase, vooral de inadembare fractie (< ca. 5 µm) die onder meer uit roetdeeltjes bestaat. Deze methode vormt dus in eerste instantie een maat voor de impact van de verbranding van fossiele brandstoffen op de luchtkwaliteit. Ook voor deze parameter (figuur 2b) blijkt een belangrijke daling te zijn opgetreden in de zeventiger jaren. De licht stijgende trend sinds 1988 wordt toegeschreven aan de toename van het dieselverkeer in de steden. De wettelijke grenswaarden (tabel 3) worden echter ruim gerespecteerd.

Figuur 2a: SO_2-concentraties in de omgevingslucht in Antwerpen.



Figuur 2b: Rookconcentraties in de omgevingslucht in Antwerpen.



Bron: IHE[8].

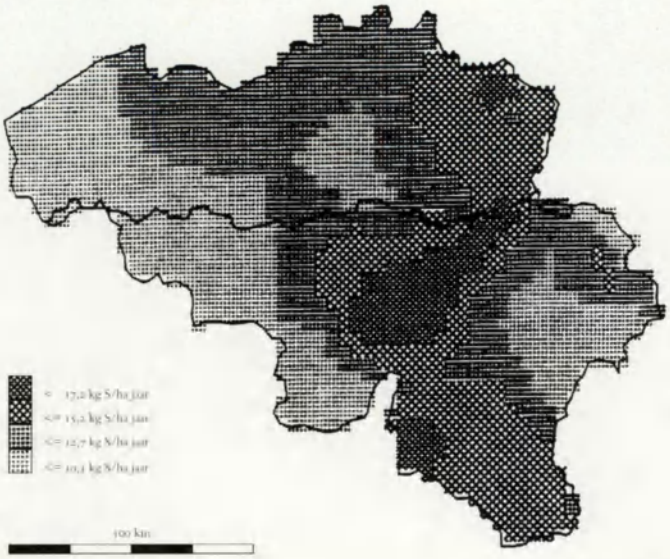
NOx-immissies. Het verkeer is veruit de voornaamste bron van NO_x, zodat de concentraties in het centrum van de grote agglomeraties het hoogst zijn. Metingen van NO_x worden pas sinds 1979 op enkele plaatsen uitgevoerd in het kader van het Automatisch Meetnet. Sinds 1979 is er in de steden geen daling waargenomen aangezien de licht gereduceerde industriële emissies ruimschoots te niet gedaan worden door de stijgende verkeersdensiteit. Er is wel een daling merkbaar in de industriezones. De grenswaarde voor NO_2 (200 $\mu g/m^3$) wordt af en toe bij episode-situaties overschreden, alhoewel niet meer dan wettelijk toegelaten is (2 % van de metingen). De richtwaarden (mediaan en 98 percentiel) worden op enkele kritische plaatsen niet nageleefd.

Zure depositie

De zure depositie is moeilijk te meten aangezien ze bestaat uit aërosolen en gassen die zich gedeeltelijk langs natte weg en gedeeltelijk langs droge weg afzetten. Op basis van metingen van lucht- en regenmonsters en met behulp van depositiesnelheden verkrijgt men depositiewaarden met mogelijke afwijkingen van 20 % tot 30 % (zie ook tabel 1 in 1.4). Hoewel het om geschatte waarden gaat, worden de streefwaarden opgenomen in de kwaliteitsdoelstellingen (2.3) nog ver overtroffen.

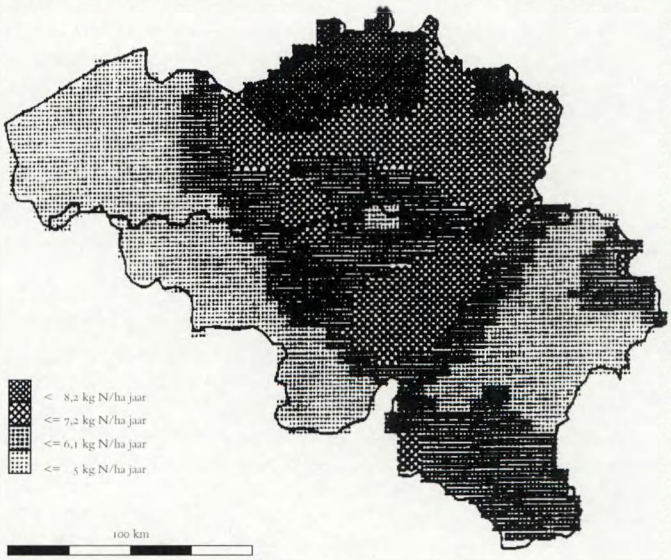
De metingen van de ionen in de lucht worden slechts sinds 1984 op regelmatige basis uitgevoerd zodat nog weinig gezegd kan worden over een evolutie op langere termijn[7]. De ammoniumconcentraties lijken eerder een stijgende trend te vertonen en zijn het hoogst in de nabijheid van streken met intensieve veeteelt (Oost- en West-Vlaanderen en de Noorderkempen). De sulfaatconcentraties in de lucht zijn het hoogst in de wintermaanden. De hoogste waarden liggen windafwaarts van de belangrijkste industriële brongebieden. De meting van de concentratie aan H^+-ionen in de neerslag wijst op een lichte vermindering van de zuurtegraad wat zich uit in een stijging van de pH van ongeveer 4,5 (1980-85) tot 4,8 (1986-91). De concentratie sulfaat in de neerslag vertoont sinds enkele jaren een daling tot < 2 mg/l. Op basis van de metingen uit het Regennet wordt de jaarlijkse natte depositie berekend voor zwavel en stikstof. Figuren 3 en 4 geven dit weer in roosters van 5 x 5 km. Het blijkt dat de natte depositie voor zwavel het hoogst is in de Antwerpse Kempen. Voor stikstof worden de hoogste waarden bereikt in Limburg.

Figuur 3: Natte depositie van sulfaten voor de periode 1990-91.



Bron: IHE

Figuur 4: Natte depositie van nitraten voor de periode 1990-91.



Bron: IHE[9].

2.2 | Gevolgen

Mens

Luchtverontreiniging kan de gevoeligheid van de luchtwegen vergroten en kan zelfs leiden tot verslechtering van de longfunctie. Dergelijke effecten treden op tijdens episoden van zomersmog. In de winter ontstaan er bij een stagnerend wintertype eveneens luchtverontreinigingsepisoden met piekconcentraties van SO_2, NO_2, H_2SO_4 en deeltjes. Epidemiologische studies, weliswaar uitgevoerd aan het begin van de jaren '80 toen de SO_2 en H_2SO_4 concentraties nog hoger waren dan thans, tonen aan dat een gedeelte van de bevolking hinder ondervond en dat er een verband was met verslechterde longfuncties[10]. Door de uitwasemingen van gasapparaten is de blootstelling binnenshuis in vele gevallen hoger dan die in de omgevingslucht.

Ecosystemen

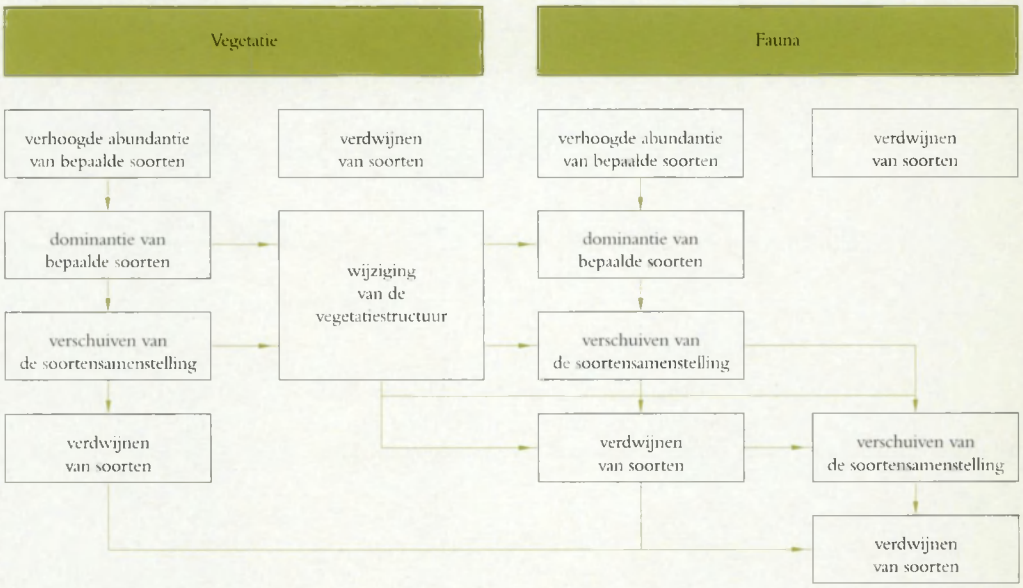
M. Verloo, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, RUG; B. Muys, Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG; K. Rombouts, Natuurreservaten v.z.w.

De aanwezigheid van calciumcarbonaat ($CaCO_3$) in de bodem beperkt de verzuring. Als de H^+-concentratie in de bodemoplossing stijgt, zal het $CaCO_3$ echter oplossen. Dit proces is onomkeerbaar: de buffercapaciteit van de bodem daalt. Vervolgens zullen de aluminiumsilicaten oplossen of getransformeerd worden. Door adsorptie van H^+-ionen aan het sorptiecomplex van klei en organische stof komen Ca-, Mg- en K-ionen vrij. In zure gronden met een pH lager dan 4 lost vast $Al(OH)_3$ op en komen de voor de planten giftige Al-ionen vrij die H^+ uit het sorptiecomplex verdringen. Bovendien is de verhouding tussen de beschikbare voedingselementen gewijzigd wat aanleiding kan geven tot groeistoringen of vitaliteitsproblemen.

De gevolgen voor ecosystemen verlopen in verschillende stadia die geleidelijk in elkaar overgaan (figuur 5). De gevolgen voor de vegetatie worden eerst zichtbaar onder de vorm van een verhoogde abundantie en een daarop volgende dominantie

van zuurtolerante soorten. Dit gaat gepaard met verschuivingen in de soortensamenstelling en wijzigingen in de vegetatiestructuur. Door hun zwak concurrentievermogen worden een aantal soorten uit de vegetatie verdrongen. Een beperkt aantal verzuringsgevoelige soorten verdwijnt rechtstreeks als gevolg van de daling van de pH. Er vindt tevens een uitbreiding van stikstofminnende soorten plaats als gevolg van het verhoogde aanbod van ammoniak. De gevolgen voor de bodemfauna lopen in belangrijke mate parallel aan die voor de vegetatie. De gevolgen voor een deel van de fauna zijn het resultaat van wijzigingen in de vegetatiestructuur en in de samenstelling van de vegetatie- en bodemfauna. Een aantal diersoorten verdwijnt rechtstreeks als gevolg van de stijging van de zuurtegraad.

Figuur 5: Gevolgen van verzuring voor de vegetatie en de fauna.



Bron: Natuurreservaten, 1994.

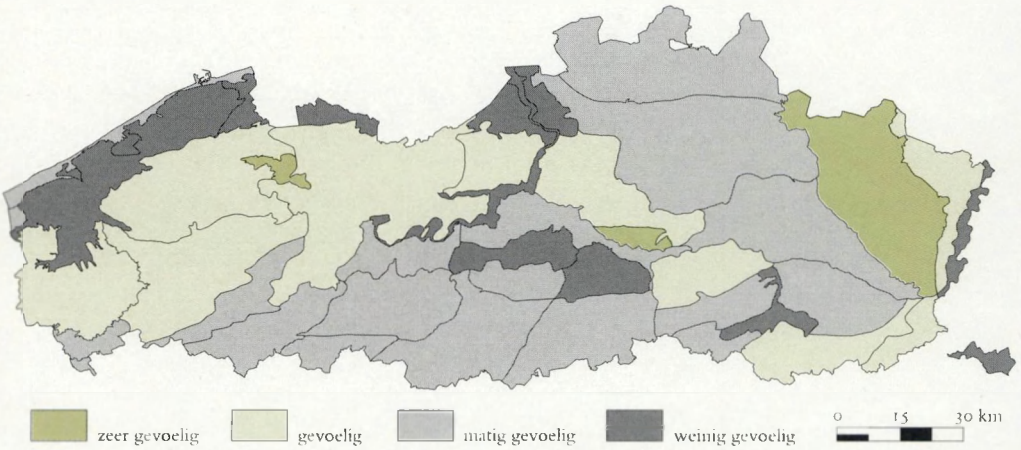
Op het niveau van de Vlaamse ecodistricten is de globale gevoeligheid voor verzuring bepaald door het Instituut voor Natuurbehoud. Dit resulteerde in een voorlopige gevoeligheidskaart (figuur 6). Het gaat om een globale gevoeligheidskaart; ook in weinig gevoelige ecodistricten komen zeer gevoelige ecosystemen voor en omgekeerd.

De gevolgen voor enkele ecosystemen worden beschreven in onderstaande paragrafen.

Heide en heischrale graslanden. Als gevolg van de hoge verzurende depositie en stikstofdepositie is vergrassing in onze heidegebieden een algemeen verschijnsel. Snelgroeiende grassen (pijpestrootje en bochtige smele) breiden sterk uit ten nadele van andere heidesoorten zoals struik- en dopheide. Verhoogde aluminium/calcium verhoudingen, verlaagde ammonium/nitraat verhoudingen en de stijging van de zuurtegraad zijn de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van verscheidene kruidachtige heideplanten zoals de liggende vleugeltjesbloem, de moeraswolfsklauw, het heidekartelblad en de wilde tijm. Vooral de nivellering van de zuurtegraad van het heidebiotoop is nefast voor deze soorten. Door vergrassing verdwijnen de open plaatsen in de heide wat gepaard gaat met de achteruitgang van een aantal plante- en diersoorten (onder meer graafwespen, graafbijen en loopkevers). De afname aan

structuurdiversiteit van heidevelden is voor verscheidene dieren negatief. Een aantal dagvlinders (bv.het gentiaanblauwtje) gaat achteruit omdat de waardplanten verdwijnen.

Figuur 6: Voorlopige gevoeligheidskaart voor verzuring



Bron: Instituut voor Natuurbehoud, 1994.

Vennen. Oppervlaktewaters met een zwakke natuurlijke buffering, zoals de meeste heidevennen, zijn zeer gevoelig voor verzuring. Veel vennen vertonen momenteel een zeer lage pH (<4), wat gepaard gaat met een zeer lage alkaliniteit en een hoog sulfaat-, carbonaat- en ammoniumgehalte (tabel 2). Als gevolg van de hoge zuurtegraad komen grote hoeveelheden aluminium vrij. Dit heeft mogelijk toxische effecten op organismen. De soortenrijke en zeldzame oeverkruidgemeenschappen - kenmerkend voor voedselarme- tot matig voedselarme, weinig gebufferde wateren - zijn in vele vennen verdrongen door veenmossen en knolrus. Ook de rijke en gevarieerde microvegetatie wordt bij verzuring vervangen door één of enkele soorten kiezel- en draadwieren, die dan massaal voorkomen. Bepaalde soorten waterwantsen (bootsmannetje, ruggezwemmer), libellelarven, waterkevers en muggelarven worden in groten getale in verzuurde vennen aangetroffen. Daarentegen overleven vele amfibieën, vissen, slakken, mosselen en schaaldieren een sterke verzuring niet. Het voortplantingssucces van bepaalde soorten daalt drastisch in verzuurde vennen. Meer dan 50 % van de eieren van de heikikker overleeft pH-waarden lager dan 4,2 niet.

Tabel 2: pH-metingen in enkele Kempische vennen.

Ven	pH (jaar)	pH (1975-83)	pH (1993)
Grote Klotteraard (Turnhout)	6,3 (1932)	4,0	..
Zwartwater (Turnhout)	7,6 (1933)	4,4	4,2-4,3
Gorigemberg (Retie)	4,7 (1966-68)	3,8	..

Bossen. De verzuring van bossen (± 10 % van de Vlaamse landoppervlakte) kan ongunstige gevolgen hebben voor de boomgroei, de inheemse fauna en flora en de drinkwaterbescherming[11]. In 75 % van de Vlaamse bossen is de bodem sterk verzuurd (pH <4, basenverzadiging <5 à 10 %), deels door natuurlijke verzuring deels door houtoogst, strooiselroof en boomsoortenkeuze, maar recent voornamelijk door luchtverontreiniging. Als gevolg van de filterwerking van bossen, bedraagt de zuurdepositie

in bosranden tot 300 % en in bossen tot 120 % van het open veld. In Vlaanderen is de rechtstreekse schade van verzurende stoffen op het kronendak van bomen beperkt. Buiten de onmiddellijke nabijheid van emissiebronnen zijn de SO_2- en de NH_3-concentraties te laag voor rechtstreekse bladschade, maar hun effecten op lange termijn zijn nog onduidelijk.
De indirecte gevolgen van bodemverzuring en -eutrofiëring zijn veel belangrijker. Het huidige depositieniveau tast het zuurneutraliserend vermogen van de bodem aan. De uitloging van de voedingsstoffen Mg, Ca en K verloopt sneller dan de aanvulling van hun reserve door bodemverwering. Dit leidt tot een verhoogd risico op bladvergeling, groeiremming en vitaliteitsverlies bij bomen. De Mg-, Ca- en K-voeding van de meeste Vlaamse bossen is momenteel reeds kritisch. Bij het huidige depositieniveau is op termijn van 10 tot 100 jaar een uitputting van de aluminiumbuffer in zandgronden te vrezen, wat leidt tot podzolvorming en een onomkeerbaar verlies aan bodemvruchtbaarheid. Er bestaat vooral gevaar voor aluminiumtoxiciteit in bossen op rijkere bodems met veeleisende boomsoorten zoals de es en de kerselaar. In het Zoniënwoud is reeds vastgesteld dat verjongingen van deze soorten mislukken of slecht groeien. Soorten zoals de eik, de beuk en de den daarentegen vertonen een hogere zuur- en aluminiumtolerantie.
Voorlopig heeft de stikstofdepositie nog voor een groeitoename van de bossen gezorgd. In talrijke bossen treedt echter stilaan stikstofverzadiging op, wat leidt tot verhoogd risico van vorstschade en schimmelinfecties[12]. Dit heeft behalve bij de Corsicaanse den, waarbij dit fenomeen vanaf 1984 op grote schaal is vastgesteld, nog niet tot een grootschalige boomsterfte geleid. In experimenten met zure beregening konden tot op heden geen significante effecten van luchtverontreiniging op bodemorganismen en strooiselafbraak aangetoond worden. Nochtans komen in de meeste Vlaamse bossen door de lage pH geen diepgravende regenwormsoorten meer voor. Hierdoor is de afbraaksnelheid van het strooisel, de vermenging van de humus met de minerale bodem en de bodemverluchting in deze bossen gering. Ook de kruidlaag van bossen wijzigt zich de laatste decennia onder invloed van het verzurend en vermestend effect van zure depositie, wat zich uit in een afname van de typische voorjaarsflora en een toename van zuur- en stikstofminnende planten. Door een afname van het wortelgestel, heeft de zure depositie geleid tot een controleverlies van de vegetatie op de uitspoeling van mineralen. Metingen van het 'bosbodemmeetnet' van het Vlaamse Gewest tonen systematische overschrijdingen van nitraat- en aluminiumconcentraties in het bodemwater op 50 à 100 cm diepte.

Materialen en monumenten

R. Van Grieken, Departement Scheikunde, UIA

De inwerking van zure atmosferische componenten versnelt aanzienlijk de verwering van diverse materialen. Het blijkt dat kalksteen, marmer, geverfd en gegalvaniseerd staal in de meest verontreinigde steden van Europa gemiddeld een 50 % kortere levensduur hebben dan in de minst verontreinigde. In Vlaanderen kostten de restauraties van elk van de grote kathedralen (Antwerpen, Brussel, Mechelen) telkens 1 à 1,5 miljard BF en ze dienen ongeveer elke 30 jaar te worden herhaald. Zeer waarneembaar is het effect van de verzuring op kalkhoudende bouwstenen, zoals kalksteen (o.a. de Balegemse en Gobertingense kalksteen, waaruit vele van onze historische gebouwen zijn opgetrokken, en de Massangis-steen die tegenwoordig veel in restauraties wordt gebruikt), mergel, marmer en kalk-zandsteen.
Het mechanisme van deze aantasting is thans duidelijk: het is het gasvormig SO_2 uit de lucht, en niet het zuur in de regen, dat de oppervlaktelaag van ca. 0,5 mm van de kalksteen transformeert in gips[13]. Deze gipslaag lost beter op in water dan de oorspronkelijke steen waardoor aan de beregende muren, langs de west- en zuidkant, versnelde erosie optreedt (ca. 0,02 millimeter per jaar of ongeveer 10 ton per jaar aan

materiaalverlies voor een kathedraal), terwijl aan de oost- en noordkant de poreuze gipslaag roet en vliegas accumuleert, volledig zwart verkleurt en uiteindelijk ruw afbrokkelt. Deze problematiek is zeker niet nieuw; tot in de 19de eeuw was het de gewoonte de gebouwen te beschilderen of te bepleisteren, hetgeen een zekere bescherming tegen verzuring bood.
Door de aanzienlijke reductie van de SO_2-concentratie in de laatste decennia mag men in de toekomst een verminderde aantastingssnelheid van onze historische gebouwen verwachten. Het vermeende 'memory'-effect (d.w.z. de versnelde aantasting zou nog jaren na de vermindering van de SO_2-concentratie voortduren) blijkt volgens recent onderzoek[14] niet te bestaan voor de beregende zijde van de gebouwen, maar voor de afgeschermde zijden bestaat er vooralsnog geen eenduidig uitsluitsel. Schade aan beton, mortel, lood en aluminium wordt ook voornamelijk door SO_2 en zuren verklaard. Het roesten van ijzer en staal door zuurstof en water wordt aanzienlijk versneld door SO_2. Voor hout versnelt SO_2 de degradatie door UV-licht, vochtigheid en ozon. In tegenstelling tot modern glas zijn Middeleeuwse glasramen bijzonder zuurgevoelig. Graniet, baksteen, leisteen en plastic zijn dan weer weinig zuurgevoelig.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Luchtkwaliteitsdoelstellingen

Grens-, richt- en streefwaarden of normen in het algemeen komen veelal tot stand in een internationale context, door op geregelde tijdstippen de beschikbare wetenschappelijke informatie te evalueren[15]. De grenswaarden zijn in eerste instantie bedoeld voor de bescherming van de gezondheid van de bevolking. Ze worden afgeleid uit epidemiologische studies of uit extrapolaties van laboratoriumexperimenten. Tevens moet bij het formuleren van de doelstellingen zo veel mogelijk rekening gehouden worden met andere effecten zoals het synergetisch effect met andere polluenten en de gevolgen voor ecosystemen en gebouwen. Grenswaarden vereisen bij overschrijding sanering op korte termijn, terwijl richtwaarden en streefwaarden uitgangspunten vormen voor het beleid op korte respectievelijk langere termijn.

In navolging van richtlijn 80/779/EEG (15.07.1980) werden ook in België grens- en richtwaarden vastgelegd voor SO_2 en zwarte rook, later overgenomen in VLAREM II (tabel 3). De koppeling van de SO_2 grenswaarden met de zwarte rookmeting gebeurt om rekening te houden met het synergisme tussen deze twee polluenten. Tevens wordt rekening gehouden met de episodes van luchtverontreiniging in de winter. De Wereld-Gezondheidsorganisatie (WGO) specifieert als niveau zonder nadelig effect voor SO_2 125 $\mu g/m^3$ over 24 uur en 50 $\mu g/m^3$ over 1 jaar[16]. In vergelijking hiermee zijn de Vlaamse grenswaarden hoog en moeten de richtwaarden zeker nagestreefd worden op korte termijn. Voor NO_x is enkel voor NO_2 een 98 percentiel als grenswaarde, van 200 $\mu g/m^3$ als uurgemiddelde geformuleerd in navolging van de richtlijn 85/203/EEG (7.03.1985). Nederland hanteert hiervoor een strengere grenswaarde namelijk 135 $\mu g/m^3$ als 98 percentiel en 175 $\mu g/m^3$ als 99,5 percentiel. De WGO geeft als 'geen-nadelig-effect waarde' 400 $\mu g/m^3$ over 1 uur aan en 150 $\mu g/m^3$ over 24 uur.

Tabel 3: Grens- en richtwaarden voor SO_2 (KB 16.03.1983) en NO_x (KB 1.07.1986) en zwarte-rookconcentraties in omgevingslucht.

Polluent	Kwaliteitsnorm	µg/m³	Periode	Voorwaarde voor zwarte rook (µg/m³)
SO_2	• Grenswaarde (mediaan daggemiddelde)	80	jaar	> 40
		120	jaar	40
		130	winter	> 60
		180	winter	60
	• Grenswaarde (98 percentiel daggemiddelde)	250	jaar	> 150
		350	jaar	150
	• Richtwaarde (gemiddelde van daggemiddelde)	40 - 60	jaar	-
	• Richtwaarde (daggemiddelde)	100 - 150	24 uur	-
NO_2	• Grenswaarde (98 percentiel uurgemiddelde)	200	jaar	-
	• Richtwaarde (mediaan uurgemiddelde)	50	jaar	-
	• Richtwaarde (98 percentiel uurgemiddelde)	135	jaar	-
Zwarte rook	• Grenswaarde (mediaan daggemiddelde)	80	jaar	-
		130	winter	-
	• Grenswaarde (98 percentiel daggemiddelde)	250	jaar	-
	• Richtwaarde (gemiddelde van daggemiddelde)	40 - 60	jaar	-
	• Richtwaarde (daggemiddelde)	100 - 150	24	-

Depositiedoelstellingen

Om de gevolgen van verzuring op ecosystemen te verminderen, kunnen streefwaarden geformuleerd worden voor de verzurende depositie en de stikstofdepositie. Als onbemest ecosysteem is het bos zeer geschikt voor evaluatie van brongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen door middel van monitoring van depositie en vitaliteit. Voor ecosystemen zijn kritische depositiewaarden *('critical loads')* relevanter dan luchtkwaliteitsdoelstellingen. Een kritische depositiewaarde van zuur is de hoeveelheid zure depositie die een ecosysteem (bosbodem, oppervlaktewater) ook gedurende een lange termijn kan verdragen zonder dat er veranderingen in de chemische samenstelling van bodem, water of naalden optreden die, volgens de huidige kennis, leiden tot schade aan het ecosysteem. Een aantal van dergelijke depositiedoelstellingen werden in het MINA-plan 2000 geformuleerd als streefwaarden in navolging van de Nederlandse benadering[17](tabel 4). Om kalkarme vennen minimaal te beschermen, gelden maximale deposities van 400 à 700 zuurequivalenten/hectare/jaar[10], voor graslanden 1400 zuurequivalenten/hectare/jaar. Andere bronnen (H. Lenders, 1993, KUN) vermelden strengere streefwaarden, zowel voor heide (350-700 zuurequivalenten/ha/jaar), graslanden (400-700 zuurequivalenten/ha/jaar), vennen (250 zuurequivalenten/ha/jaar) als voor voedselarme naaldbossen (400-1400 zuurequivalenten/ha/jaar) als voor voedselarme loofbossen (600-1400 zuurequivalenten/ha/jaar).
Natuurgerichte of ecologische normering moet toelaten dat de levensgemeenschappen zich in optimale omstandigheden kunnen ontwikkelen en in stand houden. Aangezien in *1990* nog een *depositie van 5 126 zuurequivalenten/ha/jaar en 40,8 kg stikstof/ha/jaar* werd berekend, impliceren deze doelstellingen een zeer belangrijke reductie, die wellicht niet haalbaar is tegen 2000.

Tabel 4: Depositiedoelstellingen (streefwaarden) volgens het MINA-plan 2000[1] en vereiste reducties.

Ecosysteem	Depositiedoelstellingen per ha en per jaar	Jaar	Vereiste reductie t.o.v. 1990
Loofbossen op rijkere gronden	2400 zuurequivalenten	2000	53 %
Loofbossen op arme zandgronden	1800 zuurequivalenten	2000	65 %
Naaldbossen en heide op zandgronden	1400 zuurequivalenten	2010	73 %
Loofbossen	14 kg stikstof	2000	66 %
Meer natuurlijke soortensamenstelling in naaldbos, heide op zandgronden en vennen	5,6 kg stikstof	2010	86 %

Emissiereducties

Internationaal zijn een aantal emissie-reductieprogramma's vooropgesteld. Door de Verenigde Naties is in het protocol van Helsinki (1985) een reductie van de SO_2-emissies afgesproken met 30 % in 1993 t.o.v. 1980, wat in Vlaanderen ruimschoots bereikt werd. Het protocol van Sofia (1988) voorziet in een stabilisatie van de NO_x-emissies in 1994 t.o.v. 1987 en 30 % reductie in 1997 t.o.v. 1980. Binnen de Europese Unie zijn eveneens emissie-reductieprogramma's afgesproken. Ze omvatten onder meer de vermindering van de SO_2-uitstoot met 35 % in 2000 t.o.v. 1985 en van de NO_x-emissies met 30 % in 2000 t.o.v. 1990.

De Vlaamse Executieve verbindt er zich toe voor het Vlaamse Gewest de totale verzurende emissies te verminderen met 25 % in 1998 en met 50 % in 2002 ten opzichte van 1990. Daartoe moet de uitstoot van SO_2 verminderd worden met 70 % in 2000 ten opzichte van 1980, zoals overeengekomen in de lopende besprekingen in het kader van de Verenigde Naties in opvolging van het akkoord van Helsinki. De NO_x-emissies dienen gereduceerd te worden met 6,5 % in 1994 en met 22 % in 1998 ten opzichte van 1990. Voor de NH_3-emissies zijn internationaal geen reducties afgesproken, maar in Nederland geldt als doelstelling een vermindering van 50 % in 2000 t.o.v. 1980 door de belangrijkste bron, de landbouwsector.

Met het oog op de depositiedoelstellingen van het MINA-plan 2000 werden in het Nederlands Milieubeleidsplan[17,18] voor het Vlaams Gewest een aantal na te streven emissiebeperkingen vooropgesteld (tabel 5). Ze zijn geformuleerd ten opzichte van de emissies in 1980. Ter vergelijking zijn ook de in 1990 en 1991 geregistreerde emissies weergegeven. Het is duidelijk dat tegen 2000 voor de totale SO_2-emissies nog meer dan een halvering vereist is en dat de stijgende trend in de NH_3-emissies omgekeerd dient te worden. De internationaal vooropgestelde SO_2- en NO_x-reducties zullen dus niet volstaan om de depositiedoelstellingen van het MINA-plan te halen.

Tabel 5: Maximale emissies als een % van de emissies in 1980 (=100 %) om de depositiedoelstellingen volgens het MINA-plan 2000 te verwezenlijken en vastgestelde emissies in 1990 en 1991[1].

Jaar	SO_2 (%)	NO_x (%)	NH_3 (%)
1980	100	100	100
1990[a]	*42,6*	*90,6*	*111,1*
1991[a]	*42,3*	*90,3*	*111,3*
2000	16	70	80
2010	8	30	40

[a] *Op basis van emissies zoals geregistreerd door EIVR[5].*

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Belangrijkste bronnen van verzurende stoffen

Zwaveldioxyde. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen wordt zwavel in grote mate geoxydeerd tot SO_2. Als de rookgassen niet gewassen worden, komt ongeveer 95 % als SO_2 in de atmosfeer terecht. Naargelang het zwavelgehalte van de aangewende brandstof (vooral steenkool en stookolie) vormen de elektriciteitsproduktie, de industriële activiteit, de gebouwenverwarming en het wegverkeer min of meer belangrijke bronnen van SO_2. Aardgas bevat nagenoeg geen zwavel.

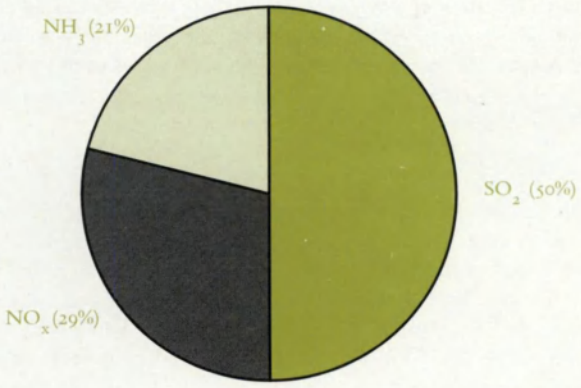
Stikstofoxyden . Bij verbranding van alle fossiele brandstoffen wordt de in de brandstof aanwezige stikstof en een klein gedeelte van de luchtstikstof geoxydeerd tot NO, dat geoxydeerd wordt tot NO_2 in de rookgassen of in de omgevingslucht. Veruit de grootste NO_x-bron vormt het wegverkeer, wanneer gereden wordt met gas, diesel of benzine als brandstof. Belangrijk hierbij is dat deze emissies op grondniveau gebeuren, zodat ze sterk bijdragen tot de verontreiniging van de luchtkwaliteit in de steden. Andere bronnen zijn de elektriciteitsproduktie, bepaalde chemische processen, de petroleumraffinage en in mindere mate de gebouwenverwarming.

Ammoniak. De landbouwsector en meer bepaald de veeteelt is nagenoeg de enige bron van NH_3-emissies. Men kan onderscheid maken tussen de emissies tijdens de stalperiode, tijdens de mestopslag, tijdens de verspreiding van de mest op het land en tijdens de weideperiode van de dieren.

3.2 | Bijdrage tot de potentiële verzuring

Bijdrage van verzurende stoffen. Aangezien SO_2 en NO_x in grote mate in de lucht omgezet worden tot de sterke zuren zwavelzuur en salpeterzuur en ook ammoniak in de bodem omgezet kan worden tot salpeterzuur kan men de emissies van deze polluenten omrekenen tot emissies van potentiële zuurequivalenten. Op basis van de emissiegegevens van EIVR[5] berekent men voor 1991 een totale emissie in het Vlaamse Gewest van 13 628 miljoen zuurequivalenten. De relatieve bijdragen van de verschillende polluenten is weergegeven in figuur 7. In Nederland worden de NH_3 emissies uit de landbouwsector anders berekend (PARCOM[19]). Toepassing van deze methode voor Vlaanderen leidt tot een verhoging van meer dan 60 % van de door EIVR berekende emissies[20].

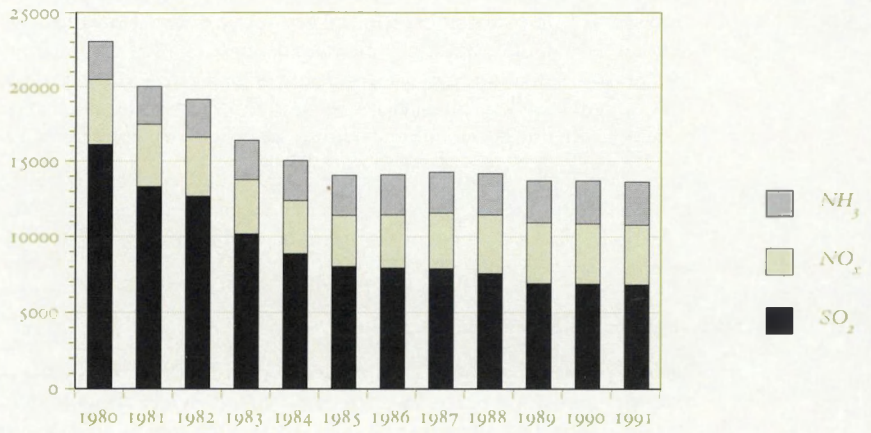
Figuur 7: Relatieve bijdrage van SO_2, NO_x en NH_3 tot de potentieel verzurende emissies in Vlaanderen in 1991.



Bron: EIVR[5].

Trends in de verzurende emissies. De emissieregistratie laat eveneens toe de evolutie van de verzurende emissies sinds 1980 tot 1991 na te gaan. Uit figuur 8 blijkt dat de totale verzurende emissies, met uitzondering van de NH_3-emissies, sterk gedaald zijn in de periode 1980-85. Deze daling manifesteert zich vooral voor SO_2 (- 50 %) en in mindere mate voor NO_x (- 23 %) terwijl een zeer lichte stijging voor NH_3 (+ 3 %) merkbaar is. Verontrustend is echter dat na 1985 geen verdere daling meer is opgetreden. De lichte daling van de industriële SO_2-emissies is nagenoeg teniet gedaan door de stijging van de NO_x- en NH_3-emissies. Terwijl in 1980 SO_2 nog voor 70 % van de potentiële verzurende emissie verantwoordelijk was, is dit in 1991 teruggebracht tot 50 %.

Figuur 8: Potentieel verzurende emissies in Vlaanderen voor de periode 1980-91[5].



Bron: EIVR[5].

3.3 | Emissie-reducties - Prognoses

Om de doelstellingen - meer dan een halvering van de zure depositie en de stikstofdepositie te halen - dienen weliswaar in heel West Europa maar in eerste instantie in Vlaanderen de emissies in het volgend decennium verminderd te worden. De trend van de emissies tijdens de laatste 5 jaar heeft geen dergelijke vermindering tot gevolg. De toekomstige reducties zijn afhankelijk van enerzijds moeilijk voorspelbare economische parameters zoals industriële activiteit, bevolkingsaangroei en verkeersdensiteit (mobiliteit) en anderzijds van de inspanningen van de verschillende sectoren. Er moet naar gestreefd worden om alle doelgroepen en sectoren bij de inspanningen te betrekken daarbij rekening houdend met de reeds verwezenlijkte reductie en een kosten-baten analyse van toekomstige maatregelen.

SO_2-emissies

De uitstoot van SO_2 is in het vorig decennium reeds gereduceerd met 58 %. Om de verdere vermindering te halen, kan niet meer gerekend worden op de oorspronkelijk voor 1993 geplande 1300 MW kerncentrale. Verdere vermindering van het zwavelgehalte van de brandstoffen of van de rookgassen lijken de enige alternatieven bij een steeds stijgend *elektriciteitsgebruik*. Het convenant gesloten tussen de elektriciteitsproducenten en de Belgische overheden voorziet voor 2003 een reductie met 25 % van de SO_2-emissie t.o.v. 1990 en een streefwaarde van - 46 %. De toepassing van VLAREM II zou voor de *petroleumraffinaderijen* bij gelijke produktie een reductie met 45 % impliceren. In de andere *industriële sectoren* is de impact van VLAREM II moeilijker glo-

baal te becijferen, al lijkt een reductie met 20 % zeker haalbaar in 2000. In de sector *gebouwenverwarming* zou een reductie van het zwavelgehalte van de in de tuinbouw aangewende stookolie van 3 % naar 1 % leiden tot een vermindering van de SO_2-emissies met 13 %. Over het algemeen zullen veel kleine gebruikers uit de industrie overschakelen van stookolie op aardgas. Eenzelfde fenomeen, zij het op kleinere schaal, is te verwachten voor de nieuwe installaties voor gebouwenverwarming. Tenslotte voorziet men voor de globale *transportsector* een reductie van de SO_2-emissies met 53 % tengevolge van de EU-richtlijn (23.03.1993) betreffende het zwavelgehalte van diesel van 0,2 % naar 0,05 % per 1.10.1996.

Op basis van al deze prognoses zou slechts een reductie van de totale SO_2-emissies met circa 25 % tot 30 % ten opzichte van 1990 of met circa 70 % tot 75 % ten opzichte van 1980 verkregen worden, wat nog onvoldoende is om de doelstelling voor 2000 namelijk - 84 % ten opzichte van 1980, te halen.

NO_x-emissie

De beperkte reductie van de NO_x-emissies tijdens de periode 1980-85 is bijna volledig toe te schrijven aan de elektriciteitssector door de overschakeling op nucleaire brandstof. Verhoogde industriële en verkeersemissies tijdens de laatste vijf jaar hebben deze trend omgekeerd. Ook in andere Westeuropese landen is er tussen 1985 en 1989 een stijging van de NO_x-emissie merkbaar. Daarom zal de vrij beperkte doelstelling voor 2000, namelijk 30 % reductie ten opzichte van 1980, alleen gehaald kunnen worden als de *verkeersemissies* drastisch verminderen door een veralgemeende invoering van de driewegkatalysator. Als deze katalysator wordt aangebracht in 85 % van de auto's en een gemiddelde efficiëntie van 79 % wordt aangenomen, kan men een reductie met 67 % van de NO_x-emissies van deze wagens verwachten[21]. Het aandeel van de NO_x-emissies door benzinewagens zal met ongeveer 67 % afnemen[21]. Bij onveranderd beleid voorspelt het CES-KUL voor de globale Belgische transportsector een daling met 45 % in de periode 1990-2000[2]. De veralgemeende invoering van de katalysator zal ook in een analoge reductie van de vluchtige organische stoffen resulteren en de fotochemische mistvorming sterk verminderen. De beleidsovereenkomst tussen de *elektriciteitsproducenten* voorziet een reductie van 12 % in 2003 en een streefwaarde van - 21 % t.o.v. 1990 in deze sector. Prognoses op basis van de emissiegrenswaarden in VLAREM II leiden voor de *raffinaderijen* en de overige *industrie* niet tot belangrijke NO_x-emissiereducties, al kan een omschakeling op aardgas ook tot een zekere reductie leiden. Wijzigingen in NO_x-emissies van de *gebouwenverwarming* zullen weinig invloed hebben op de totale emissies.

In totaal zouden deze voorspellingen leiden tot een reductie met circa 30 % tot 33 % van het niveau in 1990 of met circa 27 % tot 30 % ten opzichte van 1980, in overeenstemming met de doelstelling geformuleerd in tabel 4. De moeilijkst te halen doelstelling is vanzelfsprekend de reductie met 70 % in 2010.

NH_3-emissie

De NH_3-emissies in de *landbouw* zijn sinds 1980 met 11 % gestegen. Deze trend moet omgekeerd worden om de depositiedoelstellingen voor de bescherming van de ecosystemen te kunnen halen (tabel 4). De NH_3-emissie bij toediening van mest op het land is verantwoordelijk voor bijna 40 % van de emissie. De emissie tijdens stal- en opslagperiode is verantwoordelijk voor meer dan 1/3 van de emissies en kan drastisch verminderd worden. Ook hier zijn in principe reducties met een factor 5 mogelijk. Voederaanpassing en introductie van veevoederdoseer-apparatuur kan maximaal tot 20 % emissie-reductie leiden. De NH_3-emissies tijdens de weideperiode (20-25 %) kunnen niet significant verminderd worden.

Op basis van deze mogelijke reducties lijkt de vooropgestelde vermindering met 30 % ten opzichte van 1990 in 2000 haalbaar[20]. De grote uitdaging komt pas in het eerste decennium na 2000, waarin een verdere halvering van de emissies dient nagestreefd.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van verzuring

Tabel 6 geeft het aandeel van de verschillende maatschappelijke activiteiten tot de verzurende emissies.

Tabel 6: Aandeel (%) van belangrijkste maatschappelijke activiteiten tot de emissies van de verzurende stoffen in Vlaanderen in 1991.

Activiteit	SO_2	NO_x	NH_3
Elektriciteitsproduktie	31,5	24,5	-
Industrie (+ raffinaderijen)	53,5	13,5	< 1
Gebouwenverwarming	11,5	4	-
Wegverkeer en vervoer	3,5	58	-
Landbouw en veeteelt	-	-	> 99

Bron: EIVR[5].

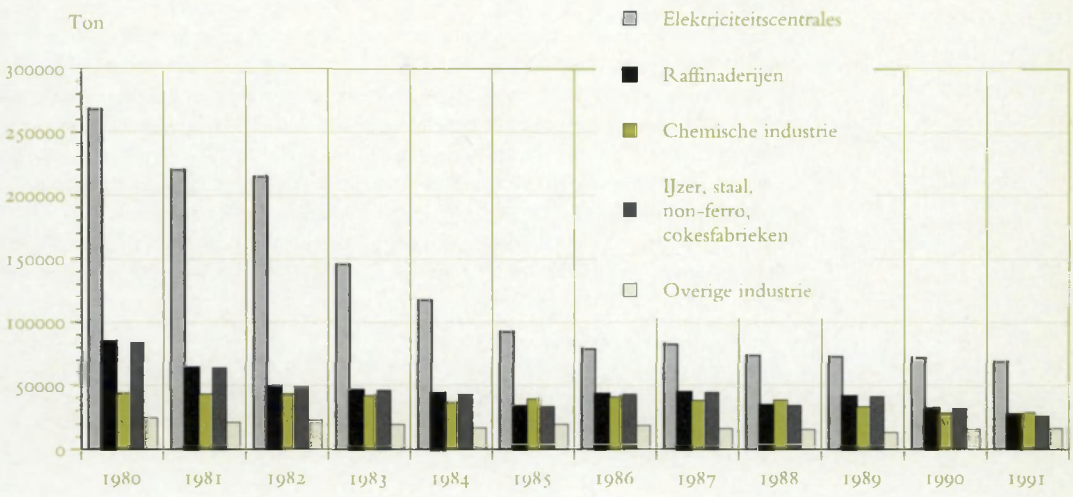
Elektriciteitssector

De elektriciteitsproduktie vormt de tweede belangrijkste bron van SO_2 (na de overige industriële activiteiten) en de tweede belangrijkste bron van NO_x (na het wegverkeer). Nochtans is er sinds 1980 een gunstige kentering waar te nemen (figuur 9 en 10). Alhoewel de netto elektriciteitsproduktie gestegen is met 39 % bedraagt de SO_2-emissie slechts 26 % van de emissie in 1980 en de NO_x-emissie is gereduceerd tot op 68 %. De gunstige evolutie van de SO_2-emissie is in de eerste plaats te danken aan het gebruik van nucleaire energie (63 % van de totale elektriciteitsproduktie in 1991) en van brandstoffen met lager zwavelgehalte (24 % steenkool, 12 % gasvormig) in België. Ook is het gebruik van vloeibare brandstoffen verminderd van 36 % in 1980 tot 1 % in 1991. In centrales die fossiele brandstoffen gebruiken is de SO_2-emissie per netto hoeveelheid elektriciteit met bijna 65 % gedaald. Voor NO_x is deze specifieke emissie nagenoeg constant gebleven. Opvallend is dat deze voor SO_2 en NO_x gunstige evolutie sinds 1986 is gestopt en de NO_x-emissies door de elektriciteitscentrales zelfs significant gestegen zijn in de periode 1986-91, door de daling van het nucleair aandeel (73 % in 1986, 63 % in 1991) en de stijging van de totale elektriciteitsproduktie.

Industrie

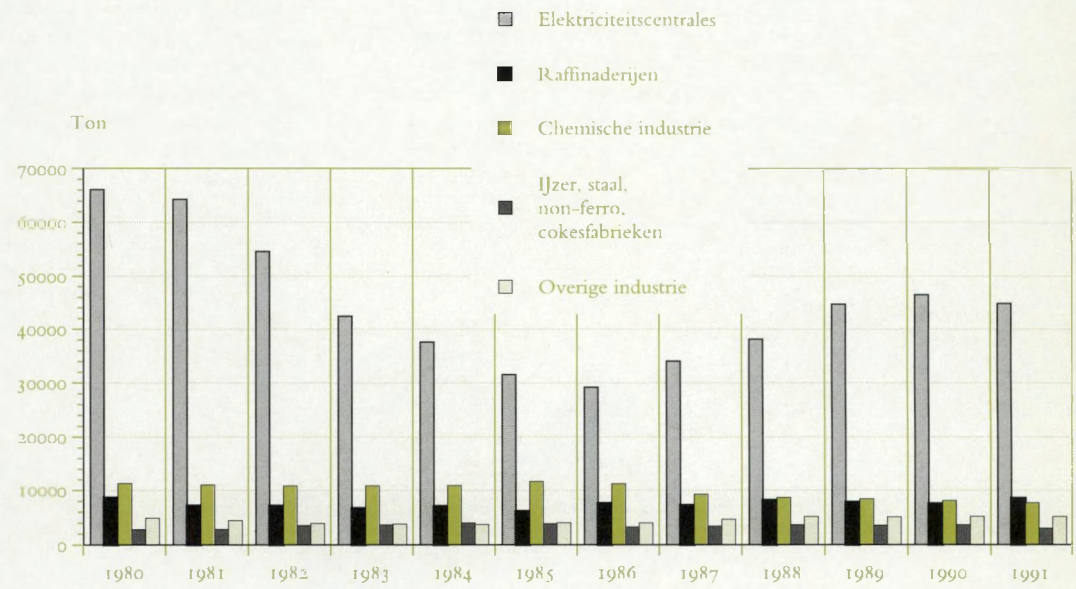
De *raffinaderijen* hebben de grootste bijdrage geleverd tot de daling van de SO_2-emissies door de overige industriële bronnen. De daling van 1980 tot 1985 is een gevolg van de sluiting van twee raffinaderijen en van het verlagen van het zwavelgehalte van de brandstoffen gebruikt in de overgebleven raffinaderijen. In de sectoren *chemie* (- 35 %), *basismetaal ferro- en non-ferro* (- 23 %) en de overige industriële activiteiten (- 29 %) is van 1980 tot 1991 een dalende trend merkbaar in de SO_2-emissies door vooral de overschakeling naar aardgas als brandstof, en door bepaalde aanpassingen in de procesvoering (figuur 9). De industrieel geproduceerde NO_x-emissies dalen enkel in de sector chemie (- 33 %) door overschakeling naar aardgas. In de overige sectoren is een stabilisatie of een lichte stijging van de NO_x-emissies merkbaar (figuur 10).

Figuur 9: Evolutie van de SO_2-emissies (ton) door de elektriciteitsector en de industrie in Vlaanderen per sector voor de periode 1980-91.



Bron: EIVR[5].

Figuur 10: Evolutie van de NO_x (NO_2)-emissies (ton) door de elektriciteitssector en de industrie in Vlaanderen per sector voor de periode 1980-91.



Bron: EIVR[5].

Gebouwenverwarming

De emissies van verwarmingsinstallaties voor gebouwen evenals die van de tertiaire sector en kassen dragen slechts in beperkte mate (7 %) bij tot de verzurende emissies. Door de daling van het zwavelgehalte van de gasolie (van 0,4 % in 1980 tot 0,2 % in 1989) is ook de SO_2-emissie gehalveerd. De NO_x-emissie tijdens 1993 is teruggevallen op 75 % van de emissie in 1980.

Verkeer en vervoer

Het wegverkeer is verantwoordelijk voor het grootste gedeelte (58 %) van de NO_x-emissies (evenals van de vluchtige organische stoffen en van koolmonoxyde). De emissies van het wegverkeer worden bepaald door het aantal voertuigen, en het brandstofverbruik. Het aantal voertuigen is in minder dan 40 jaar vertienvoudigd en het brandstoffenverbruik is verachtvoudigd (zie II.8 Verkeer en vervoer). Sinds 1987 overstijgt het dieselverbruik het benzineverbruik, wat een afname van de NO_x-emissies per afgelegde kilometer tot gevolg heeft. Toch zijn de NO_x-emissies sinds 1980 gestegen met ongeveer 10 % door het groeiend aantal voertuigen en aantal afgelegde kilometers. De emissies van personenwagens vormen veruit de grootste bijdrage. Sinds 1980 compenseert de daling van het zwavelgehalte van de diesel (0,4 % naar 0,2 %) het stijgend dieselgebruik zodat de SO_2-emissies nagenoeg constant gebleven zijn.

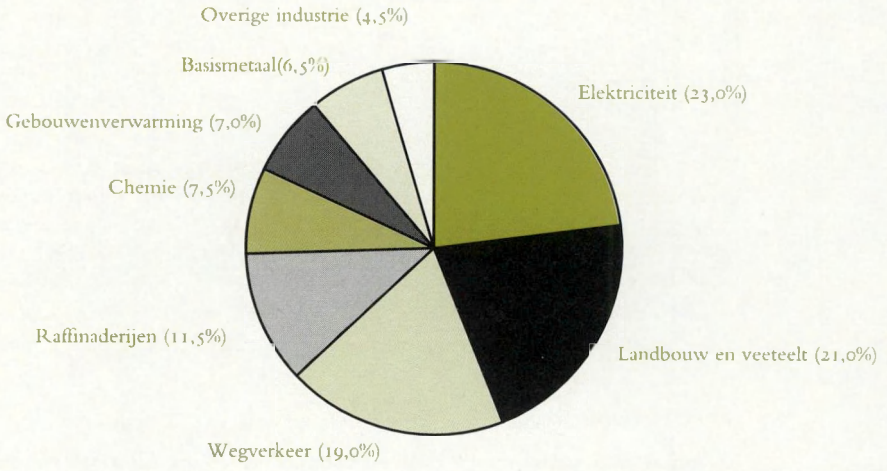
Landbouw en veeteelt

De NH_3-emissies zijn bijna uitsluitend afkomstig van de veeteelt. In totaal is de emissie op 11 jaar tijd gestegen met 11 %. De runderteelt levert de grootste bijdrage (59 %). De stijging komt vooral op rekening van de varkensteelt met een toename van 30 %. De emissies zijn geconcentreerd in de provincies West- en Oost-Vlaanderen en in het uiterste noorden van de provincie Antwerpen.

Aandeel van de maatschappelijke activiteiten tot de verzurende emissies

Figuur 11 geeft een overzicht van de bijdragen tot de verzuring per maatschappelijke activiteit. Alhoewel de elektriciteitsproduktie nog het grootste aandeel (23 %) levert is haar bijdrage met 43 % afgenomen sinds 1980. De som van de industriële activiteiten bedraagt 30 %. De bijdrage van de sector chemie is sinds 1985 verminderd van 10 % naar 7,5 %. De bijdragen van wegverkeer en veeteelt zijn ongeveer verdubbeld sinds 1980 en zijn samen goed voor 40 % van de verzurende emissies in Vlaanderen. In de overige industrie is de huisvuilverbranding vervat. Deze activiteit draagt iets minder dan 0,5 % bij tot de verzurende emissies in Vlaanderen.

Figuur 11: Aandeel (%) van de maatschappelijke activiteiten tot de potentieel verzurende emissie in 1991 (Totaal 13 628 miljoen zuurequivalenten/jaar), berekend op basis van EIVR-gegevens.



4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Elektriciteitssector

Hoewel de bijdrage van de elektriciteitsproducenten tijdens de jaren '80 reeds met meer dan 2/3 verminderd is, kan door toepassing van de beste beschikbare schone technologie zonder buitensporig hoge kosten (BATNEEC) nog een belangrijke reductie van de zure emissies tegen 2000 verwezenlijkt worden. De ontstikkingsmaatregelen voor de bestrijding van de NO_x-emissies zijn moeilijker en meestal minder efficiënt.

Industrie

Bij de bestrijding van de verzurende emissies neemt de *raffinagesector* een bijzonder strategische positie in, dit voornamelijk via de bijdrage aan de SO_2-emissies. De raffinaderijen dragen hier rechtstreeks toe bij via hun eigen energiegebruik (5-7 % van de hoeveelheid verwerkte aardolie), maar ook onrechtstreeks via het zwavelgehalte van de eindprodukten die zij verkopen aan alle andere sectoren (verkeer, gebouwenverwarming, andere industrie, enz.). Deze eindprodukten kunnen zij aanpassen via investeringen in ontzwavelingsinstallaties. Op beide terreinen hebben de raffinaderijen reeds aanzienlijke prestaties geleverd in de periode 1980-90. De Europese wetgeving en de VLAREM-wetgeving hebben de verdere reducties bepaald waarvoor de raffinaderijen zich gesteld zien voor de periode tot het jaar 2000. De oliesector zal via reeds genomen investeringsbeslissingen en kosten-inspanningen een totale reductie in SO_2-emissies teweegbrengen in het jaar 2000 van ongeveer 85 % ten opzichte van 1980. Of bijkomende en kost-effectieve inspanningen nodig zullen zijn voor de periode 2000-2010 zal moeten blijken uit een gedetailleerde analyse van de anti-verzuringsmaatregelen noodzakelijk in internationaal verband voor het jaar 2010.

De SO_2- en NO_x-emissies van de *chemische nijverheid* zijn vooral sinds 1987 gedaald. Aangezien de belangrijkste emissies afkomstig zijn van de zwavelzuur-, de salpeterzuur- en de titaandioxydeproduktie moet er in deze subsectoren geïnvesteerd worden om de emissies verder terug te dringen tijdens de volgende jaren. Maatregelen ten aanzien van de H_2SO_4 produktie zijn prioritair aangezien deze produktie in 1990 voor driekwart van de procesemissies van de chemie en circa 40 % van de totale emissies in deze sector verantwoordelijk was.

In de sector *basismetaal* is vooral de staalproduktie als bron van SO_2 en H_2S belangrijk. De emissies treden op tijdens 3 fasen van het proces namelijk bij de cokesproduktie, in de sinterfabriek en in de hoogoven zelf.

Gebouwenverwarming

De bijdrage van de gebouwenverwarming tot de verzurende emissies wordt voor 85 % bepaald door het zwavelgehalte van de brandstof. Een eventuele vermindering van het gehalte in huisbrandolie en in zware stookolie gebruikt voor de verwarming van kassen kan dus al snel tot een halvering van de geïnduceerde verzuring leiden. Een reductie kan eveneens verwacht worden bij een verdere overschakeling naar aardgas. Een belangrijke emissievermindering kan men verkrijgen door een gedragsverandering naar rationeler energiegebruik bij de bevolking, het stimuleren van energiebesparende maatregelen, en een betere controle op het rendement van de installaties.

Verkeer en vervoer

De uitbreiding van het voertuigenpark wordt op 4 % per jaar geschat. Daarom is het belangrijk de emissies van verkeer en vervoer te reduceren. Het technologisch middel bij uitstek voor de reductie van de NO_x-emissies bij benzinemotoren is de invoering van de driewegkatalysator in combinatie met elektronische brandstofinjectie. Reductie van de NO_x emissies door de dieselmotoren kan op dit ogenblik enkel gebeu-

ren door het aanpassen van de dieselmotor[21]. De SO_2-emissie zal verminderen door de daling van het zwavelgehalte van de dieselbrandstof van 0,2 % naar 0,05 % vanaf 1.10.1996.

Landbouw en veeteelt

De NH_3-emissie bij toediening van mest op het land is verantwoordelijk voor bijna 40 % van de emissie en moet drastisch teruggeschroefd worden. De NH_3-emissies kunnen bestreden worden zowel tijdens de stal- en opslagperiode als bij de toediening van mest op het land. Door het sterk lokale karakter van de NH_3-depositie, dient prioritair de emissie in de nabijheid van verzurings- en vermestingsgevoelige biotopen sterk verminderd te worden. Hiervoor zal in sommige streken een reductie van de veestapel noodzakelijk zijn.

5 | Maatregelen

5.1 | Curatief en effectgerichte maatregelen

Maatregelen voor bodems, natuur- en bosgebieden

M. Verloo, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, RUG; B. Muys, Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG; K. Rombouts, Natuurreservaten v.z.w.

Effectgerichte maatregelen zijn steeds te beschouwen als lokaal bruikbare lapmiddelen in afwachting van brongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen. Op landbouwgronden is de impact van de atmosferische verzuring, afgezien van rechtstreeks contact met NH_3 en SO_2, beperkt omdat deze gronden regelmatig bekalkt worden teneinde verzuring en opname door de planten te compenseren. Bosgronden zijn van nature armer dan landbouwgronden en zijn daardoor potentieel gevoeliger voor verzuring door sterke minerale zuren. In sterk verzuurde bossen is een compensatiebekalking met maximaal 3 ton grofkorrelig dolomiet per hectare, eventueel aangevuld met maximaal 500 kg kieseriet per hectare, een verantwoorde maatregel om Mg-gebreksverschijnselen snel weg te nemen. Deze beperkte hoeveelheden vermijden sterke pH-stijgingen, humusafbraak en nitraatuitloging. Om te voorkomen dat deze maatregel na 20 jaar herhaald moet worden, moet hij geïntegreerd worden in een totaalconcept van bodemherstel. Dit omvat een herinbreng van meereisende boomsoorten, waarbij dolomietkalk en eventueel ook regenwormen aan de plantkuilen worden toegevoegd. Regenwormen staan in voor de vermenging en stabilisatie van nutriënten en humus.

Naast het bekalken zijn in natuurgebieden plaggen en in bepaalde gevallen het verhogen van de grondwaterstand de belangrijkste effectgerichte maatregelen. Het bekalken van vennen en bossen is een maatregel die met veel omzichtigheid moet worden toegepast. Het blijkt zeer moeilijk de juiste dosering in vennen te bepalen om tot een zekere pH-verhoging te komen. Om het herstel van de vispopulatie te bevorderen, moet de bekalking op geregelde tijdstippen worden herhaald. Enerzijds zal de bekalking de calcium/aluminium verhouding verhogen en dus de toxiciteit verminderen. Anderzijds kan bekalking van vennen interne vermesting in de hand werken. Een verlaging van de zuurtegraad stimuleert immers de activiteit van micro-organismen in de bodem hetgeen de mineralisatiegraad verhoogt. Deze vermesting kan voorkomen worden door de sliblaag te verwijderen of mergel te gebruiken, een langzaam verwerend kalkgesteente. De kosten van bekalking kunnen snel hoog oplopen.

Maatregelen voor gebouwen

R. Van Grieken, Departement Scheikunde, UIA

Bij restauratie van gebouwen werden in het verleden vaak procedures (bv. behandeling met waterstoffluoride) en materialen (bv. Euville-kalksteen) gebruikt, die meer kwaad dan goed deden. De huidige benaderingen (bv. waterstralen en/of vervangen door Massangis-steen) zijn zeker verantwoorder. Over de behandeling van de gebouwen na restauratie met diverse chemische middelen om de verzurende inwerking tegen te gaan, is nog meer onderzoek nodig voordat de efficiëntie kwantitatief kan worden ingeschat.

5.2 | Brongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen

Elektriciteitssector

Vóór de verbranding kan de SO_2-emissie bestreden worden door de brandstoffen te behandelen of te substitueren. In 1991 werd immers nog slechts 12 % nagenoeg zwavelvrije brandstof aangewend. Bestrijding van SO_2-emissies tijdens de verbranding van steenkool is mogelijk door toepassing van wervelbedverbranding of integrale vergassing. Na de verbranding kan rookgasontzwaveling toegepast worden met injectie van droge of natte kalkprodukten of door wassen van de rookgassen. In principe kunnen al deze processen uitgevoerd worden met een effectiviteit van meer dan 70 % tot 80 %. De denitrificatie door optimale bedrijfsvoering en aangepaste branders leidt slechts tot reducties van 20 % tot 50 %[20]. De denitrificatie door injectie van ammoniak met al dan niet katalytische reductie kan met hogere rendementen uitgevoerd worden. Deze bestrijdingstechnieken gaan veelal gepaard met belangrijke investeringskosten[22]. Belangrijke instrumenten om deze maatregelen mogelijk te maken zijn enerzijds de heffingen op hoeveelheden uitgestoten verzurende stoffen of op de brandstof en anderzijds het verlenen van specifieke steun voor milieuvriendelijke antiverzuringsinvesteringen.

De overheid en de energiesector moeten bereid gevonden worden om de bestaande overeenkomst aan te passen door strengere SO_2- en eventueel NO_x-emissienormen dan die in VLAREM II voor te schrijven, ook voor installaties met vermogens kleiner dan 300 MW en voor reeds bestaande installaties. Dikwijls zal dit brandstofsubstitutie impliceren, naast de eerder genoemde rookgasontzwaveling, ontstikking en brandstofontzwaveling.

Meer dan in welke andere sector dan ook, zijn maatregelen ter beperking van het energiegebruik - dus energiebesparende maatregelen - nodig evenals het zoeken naar alternatieve energiedragers. Hiervoor is verder wetenschappelijk onderzoek noodzakelijk. Essentieel zijn studies omtrent rationeler energie- en grondstoffengebruik, die moeten resulteren in primaire energiebesparingen en corresponderende emissiereducties. De mogelijkheden worden in III.1A Verandering van klimaat: broeikasgas besproken en omvatten naast een sensibiliseringscampagne van de bevolking, subsidies voor energiebesparing en de invoering van een CO_2-taks.

Industrie

Gezien de diversiteit van deze sectoren dienen specifieke maatregelen per bedrijfssoort getroffen te worden.

Ten aanzien van de *raffinaderijen* heeft de overheid de belangrijke taak er op toe te zien dat de voorgeschreven Europese normen en de VLAREM-normen voor eigen SO_2- en vooral NO_x-emissies en voor het zwavelgehalte van de eindprodukten gehaald worden door middel van (reeds voorziene) investeringen. Om na te gaan of bijkomende maatregelen voor het jaar 2000 nodig zullen zijn, moet allereerst een

grotere inspanning geleverd worden ten aanzien van de accurate inventarisatie van de emissies, immissies en depositiefluxen om de grote onzekerheden die hieromtrent nog bestaan weg te werken. Mogelijke verstrenging van de normen naar het jaar 2010 toe, zullen voor zowel SO_2 als NO_x nader onderzocht moeten worden via een kosten-baten analyse en dit in een internationaal kader[23].

Bij de *zwavelzuurproduktie* kan een verdere overschakeling van enkel- naar dubbelcontact procédé de zwavelemissie met bijna 2/3 verminderen. Een alternatief is het aanwenden van meer efficiënte katalysatoren bij het enkel contact proces en een reductie van het zwavelgehalte van de aangewende brandstoffen[20].

De emissies bij de sector *basismetaal* kunnen bestreden worden door optimalisatie van energie- en cokesgebruik in een geïntegreerde staalfabriek, door de thans progressief ingevoerde injectie van poederkolen, door H_2S bestrijding of door ontzwaveling van de rookgassen van sinter- en cokesfabriek. De kosten zijn echter hoog.

De juridische beleidsinstrumenten omvatten in eerste instantie het opleggen van sectoriële emissienormen, soms strenger dan in VLAREM II, waarbij de principes van BAT-NEEC en/of 'stand der techniek' toegepast worden. Essentieel is hierbij de strenge en regelmatige controle op het naleven van de normen. Ook het opvoeren van de inspanningen die thans gedaan worden voor de emissie-inventarisatie is een noodzakelijke voorwaarde voor een efficiënt antiverzuringsbeleid. Als economische beleidsinstrumenten kunnen de heffingen aangewend worden, samen met milieu-investeringsregelingen. Mogelijk kunnen ook met deze sectoren convenanten afgesloten worden.

Verkeer en vervoer

In reële omstandigheden laat de driewegkatalysator (in combinatie met elektronische koolstofinjectie) toe de NO_x-emissies met 79 %[20] te verminderen. De automobilist moet via een sensibiliseringscampagne overtuigd raken van het belang van een goed werkende katalysator en van een jaarlijkse inspectie op het gehele voertuig. Essentieel is tevens de snelle introductie van de voorverwarmde katalysator. Vanaf 1994 moeten alle nieuwe benzinegedreven wagens met een katalysator uitgerust zijn. Het duurt ongeveer 10 jaar vooraleer 85 % van de personenwagens vervangen zijn.

Er dienen strengere NO_x-emissienormen uitgevaardigd voor personenwagens met benzinemotor en op termijn ook voor zware dieselmotoren. Dit kan echter niet alleen op gewestelijk niveau gebeuren maar vereist federale en vooral Europese samenwerking. De automobielinspectie moet deze normen regelmatig controleren en mag zich dus niet beperken tot meting van de CO-emissies. Financiële impulsen kunnen gegeven worden via zuinigheidspremies bij aankoop van zuinige en weinig verontreinigende wagens, door brandstofaccijns en door zwaardere boetes bij snelheidsovertredingen.

Een zeer effectieve maatregel is de verlaging van de maximumsnelheid, hetzij wettelijk met voldoende controle hetzij via de inbouw van een snelheidsbegrenzer. Verlagen van de hoge snelheden met ongeveer 20 km/h kan de NO_x-emissies met ongeveer 15 % verminderen. Gunstige neveneffecten van een dergelijke maatregel zijn de verlaging van de geluidshinder met 3dB(A), beperking van het brandstofverbruik (3 - 5 %), en verhoging van de veiligheid[20]. Door aanpassing van de weginfrastructuur kan men enerzijds de snelheid van het verkeer in en rond de stadskernen verlagen en anderzijds de files bestrijden. De meest effectieve en ingrijpende maatregel is een verandering in het mobiliteitspatroon en het rijgedrag van de weggebruiker. Dit vereist in vele gevallen een diepgaande mentaliteitsverandering in verband met snelheidsaanpassing, onderhoud van de motor en afstelling van de katalysator. Noodzakelijk zijn vooral maatregelen die een substitutie van de vervoerdragers sti-

muleren: frequenter gebruik van openbaar vervoer, carpooling, langzaam verkeer voor het personenvervoer, en een groter gebruik van spoor en binnenvaart voor het transport van goederen. Economische instrumenten die deze substitutie kunnen stimuleren zijn onder andere: energieheffingen op brandstof, variabilisatie van de autokosten, autowegenvignet en rekeningrijden.

Landbouw en veeteelt

In *varkensstallen* kan de *NH_3-emissie* verminderd worden door het verbeteren van de mestdoorlaat van roostervloeren, het aanbrengen van een stankslot in mestkelders en het beperken van de hokvervuiling door onder andere het instrooien van stallen met volle vloer. Dergelijke maatregelen kunnen de emissie beperken met ongeveer 25 %. Duurdere en verdergaande emissiebeperkende maatregelen zijn een mestspoelsysteem of een biowasser. Hierbij zou een emissievermindering tot 50 % bereikt kunnen worden. Deze methodes zijn in Vlaanderen evenwel nog in onderzoeksstadium. Bij stallen voor mestkuikens kan de emissie beperkt worden door het aanbrengen van vloerisolatie. Bij stallen voor leghennen kan de emissie verminderd worden door gebruik te maken van emissie-arme batterijen. De beluchte bandbatterij bijvoorbeeld geeft een emissievermindering van 85 % ten opzichte van klassieke batterijen. Voor melkveestallen verschillen de emissies niet veel per staltype. Mechanisch geventileerde stallen (varkens en pluimvee) kunnen uitgerust worden met een biofilter die 85 % tot 90 % van de ammoniak uit de emissies kan verwijderen. Deze oplossing is echter vrij duur (> 100 000,- BF per vermeden ton NH_3-emissie).

De emissie van de *mestopslag* buiten de stal kan beperkt worden door het voorzien van gesloten mestopslagplaatsen. De emissie bij toediening van de mest op het land wordt bestreden door het rechtstreeks aanbrengen in de bodem. Dit gebeurt, naargelang het gewastype, door direct onderwerken (akkerbouwland), mestinjectie (akkerbouwland of grasland) of zodebemesting (grasland). Substantiële emissiereducties kunnen met deze technieken gerealiseerd worden: 30 % reductie bij onderwerken binnen één dag, 90 % reductie bij direct onderwerken, 90 % bij injectie en 80 % bij zodebemesting. De hiermee gepaard gaande kosten zijn veel lager[20].

De emissies tijdens de *weideperiode* (van rundvee) zouden enkel vermeden kunnen worden door de dieren continu op stal te houden. Aangezien de stalemissies bij rundveestallen minder beïnvloedbaar zijn, kunnen enkel emissiereducties gerealiseerd worden tijdens de weideperiode waardoor de globale opbrengst van een dergelijke maatregel beperkt is. Voederaanpassing (meerfasenvoeding) kan de hoeveelheid uitgescheiden ammoniak zelf verminderen. Via deze maatregelen zou een algemene NH_3-emissiereductie van ongeveer 10 % mogelijk zijn.

De *SO_2-emissies in de tuinbouw* kunnen vrij gemakkelijk bestreden worden door het gebruik van vloeibare brandstoffen met meer dan 1 % zwavel te verbieden. Veel ambitieuzer is echter de doelstelling van de overheid om de NH_3-emissies in de veeteelt tegen 2000 te halveren. Een eerste ombuiging van de stijgende tendens in de emissies kan verkregen worden door de maatregelen van de vergunningen-wetgeving van VLAREM II en van het Mestactieplan consequent toe te passen. Daarnaast moet de nieuwvestiging of uitbreiding van veehouderbedrijven binnen 500 meter van natuur- of bosgebieden op zuurgevoelige bodems voorkomen worden. De zure depositie op bosranden wordt met meer dan 60 % gereduceerd door NH_3-emissiebronnen binnen een straal van 500 meter weg te nemen. Dit geldt ook voor heiden, heischrale graslanden en vennen. In plaats van afstandsregels kan men ook per bedrijf drempeldepositiewaarden voor NH_3 hanteren (30 mol/ha/jaar voor bestaande en 15 mol/ha/jaar voor nieuwe bedrijven). De verspreiding doet de NH_3-emissie in bepaalde kritische gebieden afnemen, maar de globale emissie over Vlaanderen vermindert er niet mee.

De verplichting tot het onderwerken van de mest en de afdek van de opslagplaatsen voorzien voor de toekomst zullen zeer moeilijk te controleren zijn vermits het om vele kleine bedrijven gaat. Richtgevend is de Nederlandse aanpak. Naar de emissiebeperking naar stallen toe werd het convenant 'Groen Label' afgesloten[24]. De overheid geeft aan de exploitanten van deze stallen de garantie dat de stal tot het jaar 2000 niet verder aangepast hoeft te worden om de ammoniakemissie verder te verminderen en kent aan de Groen Label stallen fiscale voordelen toe. Staltypes die voldoen aan de vooropgestelde voorwaarden krijgen het label. Ook in Vlaanderen kan een analoge overeenkomst getroffen worden met de sector en met de federale overheid. Het gebruik van emissie-arme veevoeders kan gestimuleerd worden, onder meer via heffingen op conventionele veevoeders en mineralenboekhouding. Het gebruik van voederdoseerapparatuur kan gesubsidieerd worden. Via demonstratieprogramma's kan ook tot mestverwerking aangezet worden. Dit alles is slechts mogelijk wanneer de betrokken sector gesensibiliseerd wordt via uitgebreide campagnes en wanneer anderzijds de middelen ter beschikking gesteld worden om wetenschappelijk onderzoek naar emissie-beperkende maatregelen financieel te ondersteunen via de heffingen uit het Mestactieplan.

Referenties

1 Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap voor Leefmilieu, Natuurbehoud en Landinrichting, MINA-plan 2000, Milieubeleidsplan en Natuurontwikkelingsplan voor Vlaanderen, 1990.

2 Cuypers C., Prognoses van het energieverbruik en de CO_2-uitstoot per gewest voor het jaar 2000 bij onveranderd beleid. Centrum voor Economische studiën, KULeuven, 1993.

3 Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu en Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, Leefmilieu in België nu en morgen, Statusrapport 1990, 1990.

4 IHE-jaarrapporten, Metingen van de Luchtkwaliteit in de Vlaamse Natuurgebieden, Brussel, vanaf 1987 tot en met 1991-92.

5 VMM-Emissiejaarverslagen, 1991 en 1992, Bestuur Meetnetten en Planning Dienst Lucht, Erembodegem 1993.

6 VMM-jaarverslagen Immissiemeetnet, Luchtverontreiniging in het Vlaams Gewest, Erembodegem, vanaf 1990 tot en met 1992.

7 IHE-jaarrapporten, Automatisch Meetnet voor de Controle van de Luchtkwaliteit, Brussel, vanaf 1978 tot en met 1991-92.

8 IHE-jaarrapporten, Zwavel-rookmeetnet, Brussel, vanaf 1968 tot en met 1991-92.

9 IHE-jaarrapporten, Regennet - Réseau Pluie, Brussel, vanaf 1984 tot en met 1991-92.

10 Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Zorgen voor Morgen, Nationale Milieuverkenning 1985-2010, Nederland, 1989.

11 Van den Berge K., Maddelein D., De Vos B. en Roskam P., Analyse van de luchtverontreiniging en de gevolgen daarvan op het bosecosysteem. Werkgroep SEB (AMINAL), Laboratorium voor Bosbouw RUG, rapport 19, 1992.

12 Muys B., Silva Gandavensis, 55 (1990) 35.

13 Leysen L., Roekens E., Van Grieken R., *Science of the Total Environment, 78* (1989) 263-277.

14 Vleugels G., Dewolfs R., Van Grieken R., *Atmospheric Environment, 27A* (1993) 1931.

15 J.G.Kretzschmar, Luchtverontreiniging: 20 jaar meetervaring in België, Stichting Leefmilieu, 1990.

16 WHO, Regional Publications, European Series, N° 23, 1987.

17 VROM, Nederland; Bestrijdingsplan Verzuring, Tweede Kamer, vergadering jaar 1988-1989, 18225 nr. 31, SDU uitgeverij Den Haag.

18 Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Nationale Milieuverkenning 1990-2010, Nederland, 1991.

19 van der Most P.F.J. en Veldt C., Emission factors manual, PARCOM-ATMOS, Emission factors for air pollutants 1992, TNO-Environmental and Energy Research 92-235, 1992.

20 De Groote W., Van Assche J., Verbruggen A., Bestrijdingsplan tegen luchtverontreiniging door verzurende stoffen, Arbeid en Milieu, 1992.

21 De Vlieger I., Debruyn J., Kosten/Effectiviteitsstudie van de driewegkatalysator, VITO-rapport ENE.RA9220, Mol, 1992.

22 Verbruggen A., Couder J., *Lucht 8* (1991) 90.

23 Belgische Petroleumfederatie, Private mededeling, 1994.

24 Ministerie van LNV en VROM, Plan van Aanpak Beperking Ammoniakemissie van de Landbouw, Nederland 1990. Richtlijn ammoniak en veehouding 1991, Richtlijn in het kader van de Hinderwet, Nederland 1991.

Begeleiders

G. Dumont, Interregionale Cel Lucht, VMM

J. Kretzschmar, Departement Energie, VITO

B. Martens, Arbeid & Milieu

J. Mulkens, Belgische Petroleum Federatie

D. Paelinckx, Instituut voor Natuurbehoud

M. Pollet, BASF Antwerpen

C. Vinckier, Departement Scheikunde, KUL

III.2B Fotochemische luchtverontreiniging

G. Dumont, Interregionale Cel Lucht, VMM
E. Roekens, Dienst Lucht, VMM

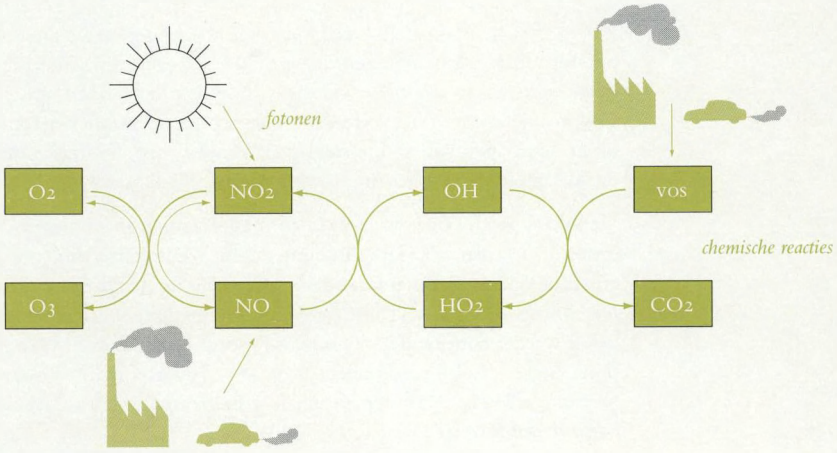
1 | Beschrijving van het thema

Fotochemische verontreiniging is een secundaire verontreiniging die ontstaat wanneer stikstofoxyden (NO_x) en vluchtige organische stoffen (VOS) onder invloed van het zonlicht (fotonen) chemisch met elkaar reageren. Als gevolg daarvan ontstaan verhoogde concentraties in de omgevingslucht van onder meer ozon (O_3) en peroxyacetylnitraat (PAN). Samen met een grensoverschrijdende aanvoer van ozon op grotere hoogte kan dit op warme dagen met veel zon leiden tot wat 'zomersmog' genoemd wordt. Ozon wordt als de meest representatieve stof voor de foto-oxydantia beschouwd.

1.1 | Mechanismen

Ontstaan, aanvoer, omzetting en verwijdering van ozon

Figuur 1: Schematische voorstelling van fotochemische ozonvorming uit de emissies van NO_x en van VOS onder invloed van zonlicht en hoge temperaturen.



Bron: naar RIVM[1]

Aangezien O_3 door geen enkele bron direct wordt geëmitteerd, is het een *secundaire polluent*. Het ontstaat door de inwerking van het zonlicht op NO_2. Daarbij ontstaat ook NO (linker reactie in figuur 1). Deze reactie is een evenwichtsreactie: het NO reageert weer met O_3 tot NO_2. In aanwezigheid van VOS wordt via OH-radicalen HO_2 gevormd (rechter reactie in figuur 1). Dit HO_2 reageert dan met NO naar NO_2 (midden reactie in figuur 1) waardoor dit NO niet meer beschikbaar is voor de afbraak van O_3. De VOS veroorzaken dus niet rechtstreeks het ozon maar belemmeren de afbraak ervan door NO. NO_x en VOS zijn de *precursoren* die nodig zijn voor de vorming van O_3. De belangrijkste bronnen van NO_x zijn: het verkeer, de elektriciteitsproduktie, verbrandingsprocessen in de industrie en de huisverwarming. VOS zijn vooral afkomstig van het verkeer, van de opslag en distributie van brandstoffen en van de zowel industrieel als niet-industrieel aangewende solventen. Ook de natuur (vegetatie en bossen) emitteert biogene VOS.

Ozon in de omgevingslucht wordt niet alleen als secundaire verontreiniging ter plaatse aangemaakt: het komt er ook terecht via grensoverschrijdende aanvoer in de hogere lagen van de atmosfeer. In de vrije troposfeer (hoogte tussen 3 en 12 km) wordt ozon gevormd door oxydatie van methaan (CH_4) en koolmonoxyde (CO) in aanwezigheid van NO_x. Het ozon in de vrije troposfeer kan over honderden kilometers aangevoerd worden en bepaalt na doormenging naar de grond toe mede de immissiewaarden in de omgevingslucht.

Het voornaamste *omzettingsproces* van ozon is de reactie met NO, althans overdag. 's Nachts (bij overmaat aan NO_2) wordt ozon omgezet naar NO_3 en verder naar N_2O_5. Dat N_2O_5 is echter niets meer dan een nachtelijke schuilplaats voor ozon want de volgende dag wordt N_2O_5 fotochemisch weer omgezet tot O_3. Ozon wordt echter wel definitief uit de menglaag *verwijderd* door droge depositie aan het aardoppervlak: opname door vegetatie, vernietiging aan oppervlakken (bodem, gebouwen) en op aërosolen.

Invloed van de bepalende parameters

De ozonconcentraties worden voornamelijk bepaald door de intensiteit van het zonlicht, de temperatuur en door de aanvoer in de troposfeer van hetzij de precursoren, hetzij van ozon zelf.

Hoe groter de intensiteit *zonnestraling* en hoe hoger de *temperatuur*, hoe groter de ozonproduktie. Zo bedragen de gemiddelde immissiewaarden tijdens de wintermaanden slechts 20-30 $\mu g/m^3$ terwijl deze in de zomermaanden oplopen tot 50-60 $\mu g/m^3$. Ook uit het typisch uurverloop van de ozonconcentraties tijdens de zomerdagen blijkt de invloed van zonnestraling en temperatuur: het maximum wordt bereikt in de late namiddag en het minimum vroeg in de ochtend.

De lokale produktie van ozon in de menglaag zou meestal geen aanleiding geven tot grootschalige smogepisodes indien er geen grensoverschrijdende aanvoer van de precursoren en van ozon zouden zijn. Deze aanvoer is uiteraard afhankelijk van *windrichting* en *windsnelheid*. Vanuit oostelijke tot zuidelijke windrichtingen bereiken voorbeladen warme continentale luchtmassa's soms onze streken. Ozonepisodes doen zich bijna altijd voor bij een dergelijk weertype, waarbij meestal ook de verspreidingscapaciteit gering is: een temperatuurinversie begrenst een menglaag waarin weinig *verticale turbulentie* optreedt.

Relaties tussen bronnen, parameters en immissiewaarden

De relatie tussen bronnen, parameters en immissiewaarden is complex, vooral omdat ozon als secundaire polluent ontstaat en ook afkomstig is van lange afstandstransport.

Uit modelsimulaties enerzijds en uit verkeersexperimenten anderzijds blijkt dat

maatregelen op het verkeer en/of op de lokale industriële emissies niet onmiddellijk een verlaging opleveren van de ozonconcentraties tijdens smogepisodes. Eens een ozonepisode in ontwikkeling is, zijn er dus *geen maatregelen* die de situatie *onmiddellijk* kunnen bijsturen.

Alleen drastische ingrepen die op langere termijn *gezamenlijk* de VOS- en NO_x-emissies verminderen bieden een uitkomst. Modelberekeningen geven aan dat over *heel Europa* een emissiereductie van 60 tot 70 % van alle antropogene *VOS en NO_x samen* nodig is om in onze streken de uurgemiddelde waarde van 240 µg/m³ O_3 in de omgevingslucht niet langer meer te overschrijden.

1.2 | Verbanden met andere thema's

De toename van ozon in de omgevingslucht staat in schril contrast met de periodieke daling ervan in de bovenste lagen van de atmosfeer (de stratosfeer) boven sommige streken. Op die grote hoogte (tussen 15 en 50 km) wordt de beschermende *stratosferische ozonlaag* dunner en laat daardoor meer schadelijke ultravioletstraling van de zon door (zie III.1B Aantasting van de ozonlaag). Ozon in de troposfeer is ook een van de broeikasgassen (zie III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect).

Fotochemische luchtverontreiniging houdt ook verband met *verzuring*. Allereerst is er de rechtstreekse bijdrage tot de verzuring door nitraten afkomstig van de depositie van NO_x . Maar er is ook een synergetisch effect van ozon en verzuring op de bosvitaliteit. Via de belasting van ozon wordt de stressbestendigheid van sommige bomen afgezwakt waardoor zij gevoeliger worden voor de effecten van de potentieel verzurende deposities van luchtcontaminanten (zie III.2A Verzuring).

1.3 | Ruimtelijk perspectief

Episodes van fotochemische verontreiniging doen zich op *continentale* schaal voor[2]. Ze zijn gebonden aan bepaalde weertypes en aan grootschalig transport van voorbeladen luchtmassa's. Tijdens de episodes kunnen zich wel regionale en lokale verschillen aftekenen maar het blijven slechts modulaties bovenop een algemeen verhoogd niveau van foto-oxydantia. De modulaties kunnen te wijten zijn aan lokale fenomenen zoals land- en zeebries in kustgebieden of mogelijk ook aan een verschil in afbraak van ozon door overmatig NO (bv. in binnensteden afkomstig van het verkeer). Afgezien van de smogepisodes vormt de stijgende achtergrondconcentratie in de troposfeer een probleem waarvan de oorzaken en de effecten op *mondiale* schaal gesitueerd zijn.

1.4 | Tijdsperspectief

De problematiek van de fotochemische verontreiniging heeft zich voor het eerst verontrustend gemanifesteerd tijdens *smogepisodes* in Los Angeles in de jaren '50[2]. Pas later (in Europa pas aan het begin van de jaren '80) werd ook de stijging van de achtergrondconcentraties in de vrije troposfeer en in de menglaag als alarmerend ervaren.

Uit metingen in het Observatorium Montsouris (Parijs) in de tweede helft van de vorige eeuw valt af te leiden dat de O_3-*achtergrondimmissie* 100 jaar geleden ongeveer 20 µg/m³ bedroeg[2]. De jaargemiddelde immissiewaarden in de Belgische achtergrondstations varieerde in 1992 van 33 tot 45 µg/m³. De achtergrondconcentratie bedraagt nu in de *troposfeer* zowat 60 µg/m³. Volgens sommige modellen zal dit troposferisch achtergrondniveau nog verder stijgen met 1% per jaar. Het TNO-LOTOSmodel berekent op mondiale schaal een stijging van de ozon in de vrije troposfeer tot 200 µg/m³ over 100 jaar als er geen maatregelen voor de reductie van de antropogene emissies van NO_x en VOS worden genomen. Indien alle antropogene emissies kunnen worden uitgeschakeld, dan daalt dit niveau weer tot 30 µg/m³ met alleen nog pieken

tot 60 µg/m³. De stijgende tendens van ozon in de vrije troposfeer is onrustbarend zowel voor de toekomstige achtergrondconcentraties van O_3 aan de grond als voor de pieken tijdens zomersmog.

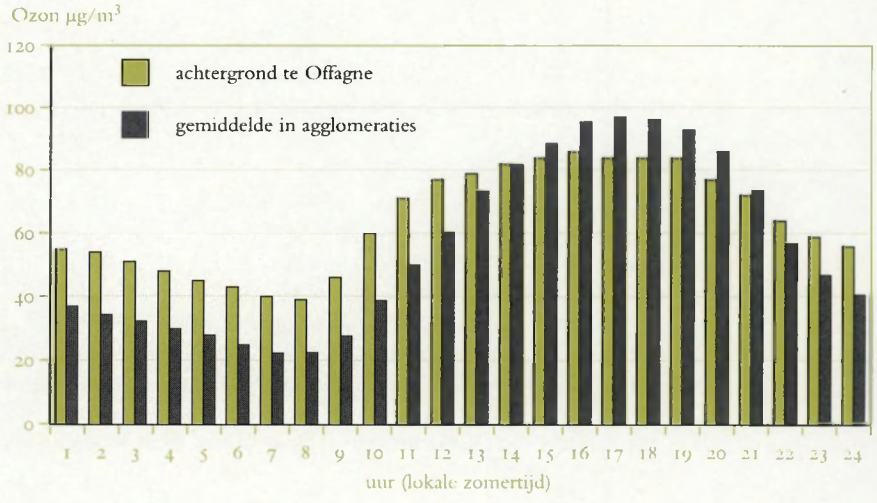
2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Luchtkwaliteit: dagvariaties

Sinds 1976 volgen de meetstations van het Automatisch Meetnet op continue wijze de ozonconcentraties in de omgevingslucht in Vlaanderen voor de controle van de luchtkwaliteit[3,4,5]. De gemiddelde immissie-uurwaarden tijdens een zomerperiode (figuren 2 en 3) illustreren duidelijk het ontstaan, de omzetting en de verwijdering van ozon: ze tonen het effect van de *lokale ozonvorming* op het grondniveau onder invloed van de zon, de temperatuur en de beschikbaarheid van de precursoren NO_x en VOS.

Figuur 2: Dagvariatie van de immissies van ozon. Uurevolutie van O_3 in een achtergrondstation (N121: Offagne) en in de agglomeraties Antwerpen, Gent, Brussel tijdens het groeiseizoen (mei-september) 1990.

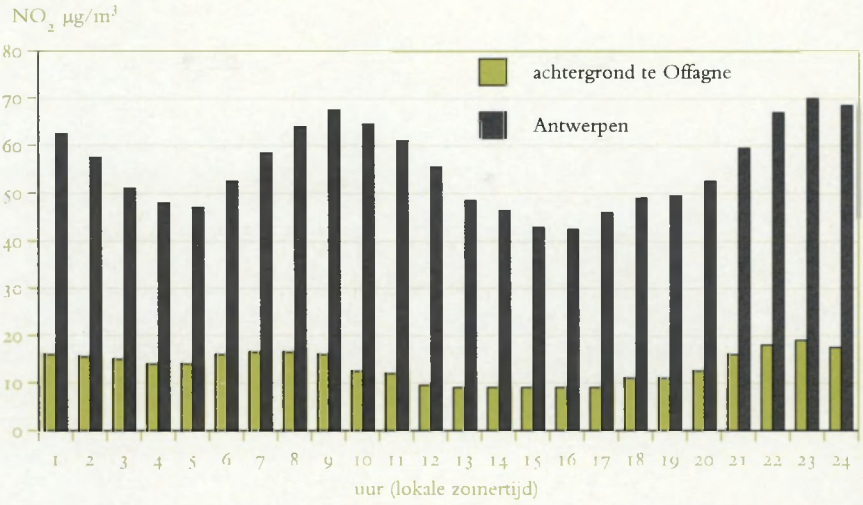


Bron: IHE[4].

De duidelijk hogere ozonconcentraties vanaf 12 u tot 22 u hebben te maken met de variërende intensiteit van het invallend zonlicht en met de temperatuur. De concentraties zijn het hoogst in de late namiddag: er is een vertraging ten opzichte van de stralingsintensiteit maar een meer directe correlatie met de temperatuur. Zo zijn de ozonconcentraties, net zoals de temperatuur, in de vroege ochtend het laagst. Het uurverloop in de agglomeraties verschilt met dat in het achtergrondstation. In de agglomeraties doet het maximum zich later voor en de nachtelijke afbraak is er ook intenser vanwege een overmaat aan beschikbare NO.

Het uurverloop van de tegenspeler van ozon, namelijk NO_2, is op een verschuiving van een paar uur na, overdag precies tegengesteld aan dat van ozon. De verschuiving duidt op de tijd die de diverse fotochemische processen nodig hebben om ozon tot zijn maximale concentratie op te voeren.

Figuur 3: Dagvariatie van de immissies van NO_2. Uurevolutie van NO_2 in een achtergrondstation (Offagne) en in de Antwerpse agglomeratie tijdens het groeiseizoen (mei-september) 1990.

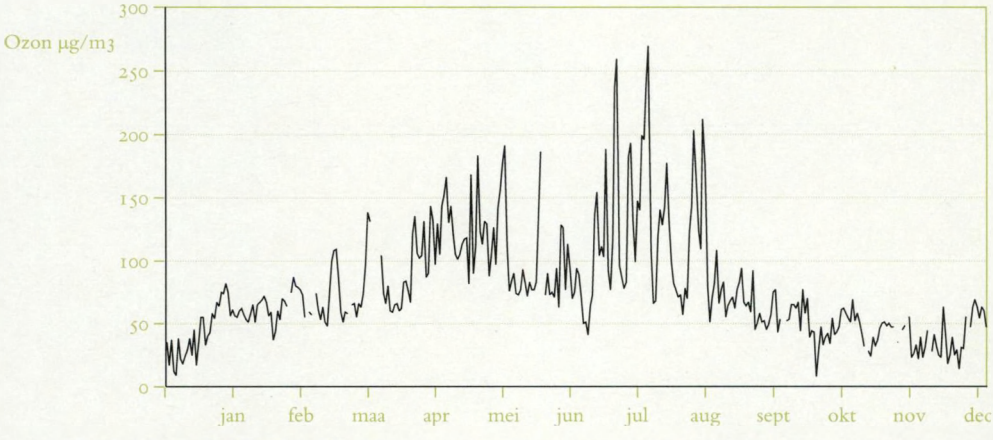


Bron: IHE[1].

Luchtkwaliteit: seizoenvariaties

De seizoenvariatie van de ozon-immissies is een illustratie van de *doormenging van ozon* uit de troposfeer naar het grondniveau toe. Figuur 4 toont de over België uitgemiddelde dagmaxima van de O_3-immissies voor het jaar 1990. Buiten de echte episodes van zomersmog (juli-augustus) kunnen de dagelijkse maxima van de O_3-immissies beschouwd worden als de tot op het grondniveau doorgemengde concentratie van ozon uit de vrije troposfeer. De dagmaxima (afgezien dus van die op dagen van zomersmog) zijn in die zin te beschouwen als een afspiegeling van de ozonconcentraties in de troposfeer. Deze maxima vormen nu een basiscurve met een maximum in de lente (april-mei) van ongeveer 90 µg/m³ (figuur 4). In dit seizoen start immers een verhoogde verticale turbulentieactiviteit in de atmosfeer die zowel de ozonprecursoren die gedurende de winter opgestapeld zijn, als het rechtstreeks gevormde ozon naar de grond toe doormengt. In de winter valt de (troposferische) achtergrondwaarde terug tot ongeveer 40 µg/m³.

Figuur 4: Seizoenvariatie van de ozonimmissies (dagmaxima in België voor 1990): het lentemaximum van de achtergrondconcentraties.



Bron: IHE[1].

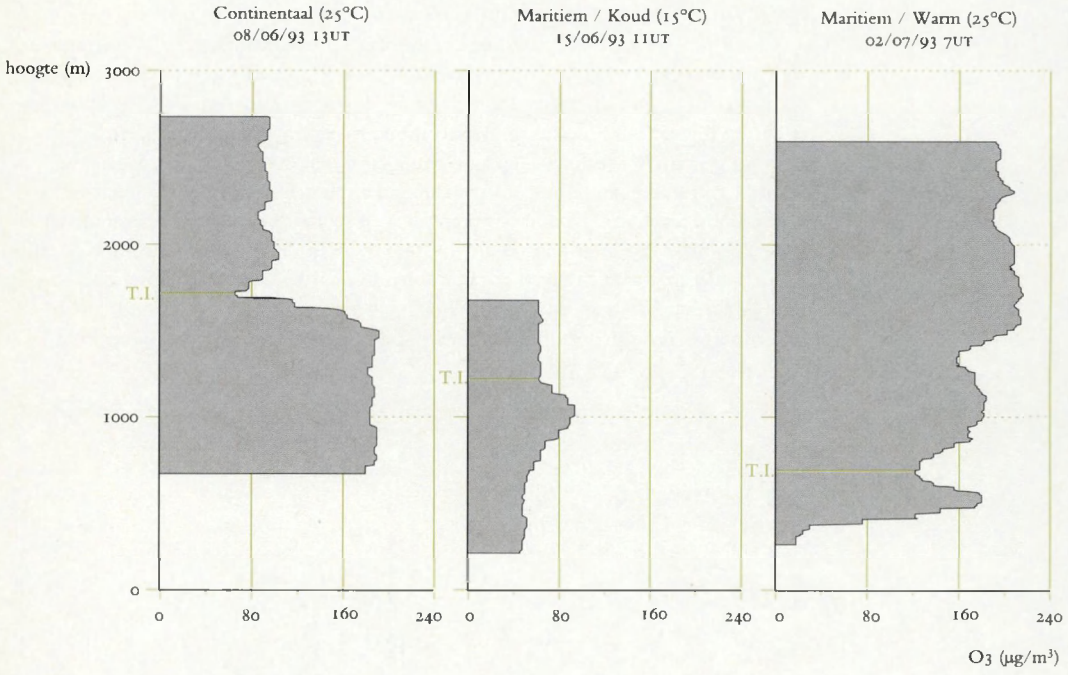
Variaties in functie van de hoogte in en boven de menglaag

Helicoptermetingen van de ozonconcentratie in functie van de hoogte geven inzicht in de opbouw en de afbraak van ozon in de menglaag en tonen het bestaan aan van een reservoir boven de menglaag.

Bij aanvoer van continentale warme lucht (episodeomstandigheden) vanuit het zuidoosten blijkt boven de menglaag een transportreservoir te bestaan (figuur 5). Onder de temperatuurinversie (TI, grens van de menglaag) zijn de hoge waarden afkomstig van lokale fotochemische aanmaak in de menglaag zelf. Bij koude maritieme circulatie is de concentratie in het transportreservoir kleiner terwijl ook aan de grond de concentraties laag zijn. Het verticaal profiel bij warme maritieme circulatie vanuit zuidwestelijke richting is vroeg in de ochtend genomen: de inversie ligt nog laag op zowat 500 m. Aan de grond zijn de concentraties laag, zoals steeds 's ochtends vroeg. Maar boven de menglaag bestaat een nachtelijk reservoir voor ozon van de vorige dag. Later op die dag zal dit reservoir opnieuw doorgemengd worden naar de grond en aanleiding geven tot episode-immissiewaarden.

Boven de menglaag doet zich geen dag-nacht variatie voor zoals wel typisch het geval is aan de grond in niet-landelijke gebieden (figuur 2). Het aangevoerde ozon blijft 's nachts boven de menglaag als dusdanig bestaan om dezelfde reden waarom het in landelijke gebieden aan de grond blijft overleven: er is niet voldoende aanbod van NO om het om te zetten naar NO_2 en N_2O_5.

Figuur 5: Verticale profielen van ozon in en boven de menglaag (juni-augustus 1993).



Bron: IHE/VMM°.

2.2 | Gevolgen

Voor de gezondheid

De gevolgen van verhoogde ozonconcentraties in de lucht zijn een vermindering van de ademhalingsfunctie en symptomatische reacties zoals: moeilijke ademhaling, pijn bij diepe ademhaling, hoest en in extreme gevallen: pijn, astma, ademnood, misselijkheid en hoofdpijn. Ook oogirritatie behoort tot de symptomen. De dosis opgenomen ozon is afhankelijk van de concentratie in de ingeademde lucht maar ook van de ventilatie. Vandaar dat het activiteitsniveau van de betrokken persoon van belang is: sporten, joggen en zware fysische arbeid versterken de gevolgen. De symptomen worden geleidelijk zichtbaar vanaf een blootstelling van 240 µg/m³. Ook langere blootstelling aan minder hoge waarden en het repetitieve karakter van de blootstelling beïnvloeden de ademhalingsfunctie.

Voor de vegetatie en de dieren

De gevolgen van het ozon uiten zich niet alleen in een zichtbare beschadiging van de vegetatie maar ook in een belangrijke vermindering in groei en opbrengst en in veranderingen op fysiologisch en biologisch vlak. Concentraties van 100 µg/m³ gedurende 15 dagen kunnen reeds een verminderde groei veroorzaken. Concentraties van 200 tot 2 000 µg/m³ veroorzaken zichtbare schade. Door de verandering van het voedselaanbod en van de leefhabitat heeft de aantasting van de vegetatie onrechtstreeks ook gevolgen voor de ontwikkeling en speciatie van sommige diersoorten.

Voor materialen

Tal van materialen zijn gevoelig voor ozon. Elastomeren, gebruikt voor de produktie van onder meer rubberbanden, worden aangetast waardoor scheuren ontstaan. Samen met andere polluenten (SO_2, NO_2 en H_2S) en onder invloed van UV-straling en temperatuur, is er ook inwerking van ozon vastgesteld op plastic, op textielvezels, op textielkleurstoffen en op verf. Kunstwerken in musea degraderen omdat ozon inwerkt op papier, textiel, leder en verf. Voor musea en archieven wordt een ozonconcentratie van 0 tot 2 µg/m³ aanbevolen.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Streefwaarden

De WGO heeft ter bescherming van de volksgezondheid de streefwaarde 150-200 µg/m³ als maximale 1-uurswaarde en 100-120 µg/m³ als maximale 8-uurswaarde vooropgesteld. Voor de vrijwaring van de vegetatie zijn de streefwaarden: 200 µg/m³ als maximale 1-uurswaarde en 65 µg/m³ als maximale 24-uurswaarde. Tijdens het groeiseizoen (van mei tot september) bedraagt deze laatste streefwaarde slechts 60 µg/m³. Het is opvallend hoe dicht de streefwaarden bij de huidige natuurlijke achtergrondconcentratie (60 µg/m³ in de troposfeer) liggen. *Voor geen enkel luchtpolluent is de marge tussen de achtergrondwaarde en de grens voor nadelige effecten zo smal als voor ozon.*

Richtwaarden en grenswaarden

In VLAREM II wordt een richtwaarde van 240 µg/m³ vermeld als uurwaarde niet te overschrijden gedurende meer dan 5 dagen per kalenderjaar en een grenswaarde van 400 µg/m³ maar dan als halfuurswaarde.

De Raad van de EU heeft in de Richtlijn 92/72/CEE van 21 september 1992 noch richtwaarden noch grenswaarden vastgelegd, maar wel 'drempelwaarden' voor de bescherming van de gezondheid en de vegetatie. Deze drempelwaarden kunnen als streefwaarde gelden. De Richtlijn beoogt een geharmoniseerde procedure voor de bewaking, de uitwisseling van informatie en de informatie en alarmering van de bevolking.

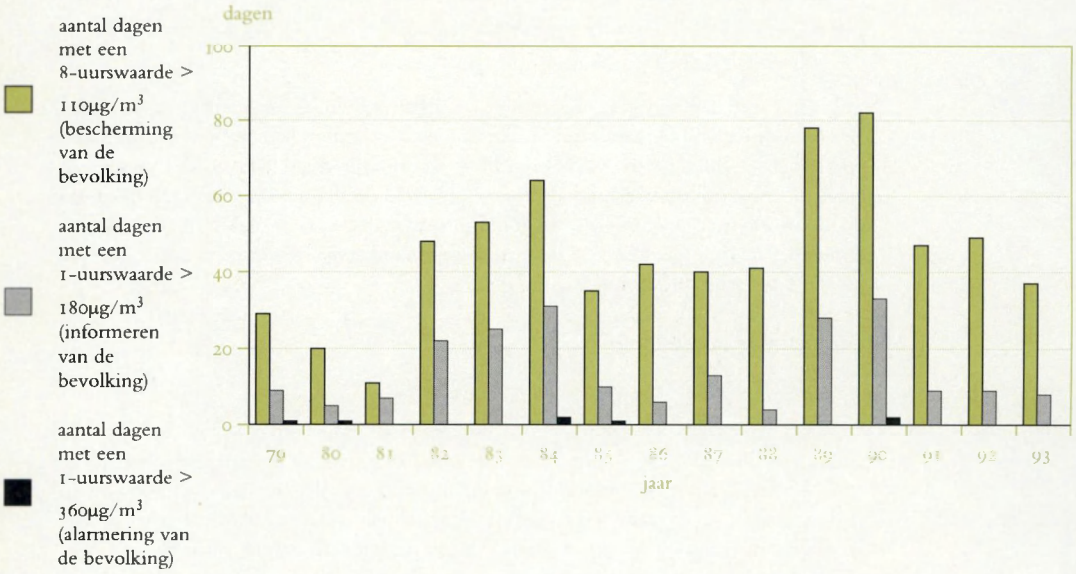
Voor de bescherming van de vegetatie stelt de Richtlijn dat boven de waarde van 200 µg/m³ voor het 1-uursgemiddelde en boven 65 µg/m³ voor de 24-uurswaarde de vegetatie aangetast kan worden (cfr. WGO-streefwaarden).

Om de volksgezondheid te vrijwaren stelt de Richtlijn dat de 8-uursgemiddelde concentratie aan ozon niet hoger mag zijn dan 110 µg/m³. Wanneer de 1-uurswaarde 180 µg/m³ overschrijdt, dient de bevolking ervan verwittigd te worden dat er boven deze waarde beperkte en voorbijgaande gevolgen bestaan voor de gezondheid van bijzonder gevoelige personen. De bevolking dient gealarmeerd te worden wanneer de 1-uurswaarde 360 µg/m³ bereikt heeft.

Uit de figuren 6 en 7 blijkt dat de jaren 1982, '83, '84, '89 en '90 gekenmerkt werden door een groter aantal episodes van fotochemische verontreiniging. Ook blijkt dat sinds 1983 de 8- en de 24-uursdrempelwaarden meer en meer overschreden worden en dit niet alleen gedurende 'episode'jaren maar ook in minder zonnige jaren.

Sinds 1988 wordt de 24-uursdrempelwaarde voor de bescherming van de vegetatie zowat tijdens de hele zomer overschreden. Dit stijgend aantal overschrijdingen van de langere duur immissiedrempelwaarden wordt ook in andere landen vastgesteld[7].

Figuur 6: Overschrijdingen in België van de EU-drempelwaarden voor de bescherming van de volksgezondheid (periode 1979-1993).

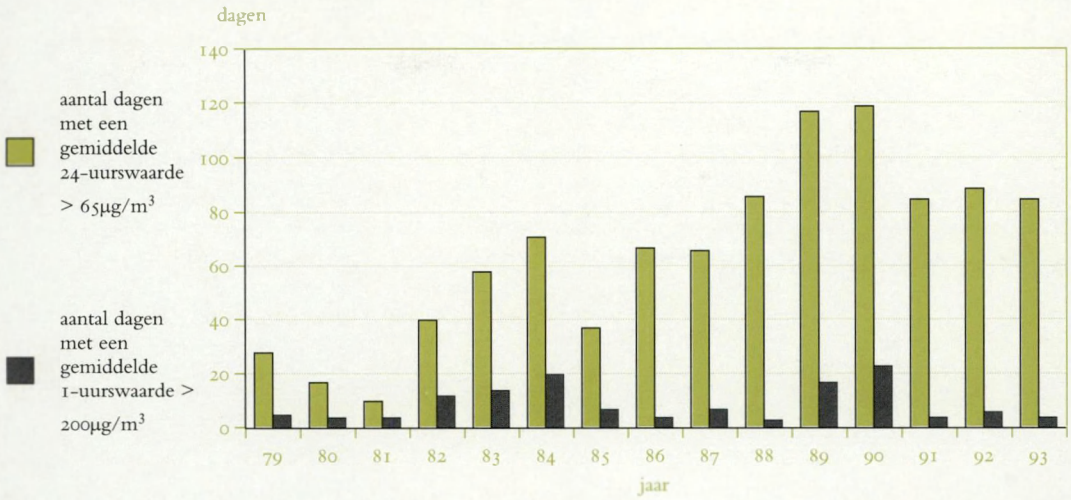


3 | Bronnen en oorzaken

4 | Rol van de doelgroepen

Voor de bespreking van de *bronnen, oorzaken* en de *rol van de doelgroepen* voor de precursoren van ozon en PAN, verwijzen we naar III.2A *Verzuring* voor wat NO_x betreft, en naar III.4 *Verspreiding gevaarlijke stoffen* voor wat de VOS betreft.

Figuur 7: Overschrijdingen in België van de EU-drempelwaarden voor de bescherming van de vegetatie (periode 1979-1993).



5 | Maatregelen

Tijdens zomersmog wordt aan de bevolking *curatief* aangeraden om langdurige fysische inspanning in de buitenlucht vanaf 12 uur 's middags tot 20 uur 's avonds te vermijden. Ook wordt aan sommige groepen aangeraden om bij hoge ozonconcentraties binnen te blijven: binnenhuisconcentraties bedragen slechts de helft van die in de buitenlucht, ook wanneer de binnenruimte normaal geventileerd wordt. *Brongerichte en structurele* maatregelen moeten prioritair gericht zijn op het verkeer omdat alleen deze sector de beide precursoren gezamenlijk en in grote mate uitstoot.

Referenties

1 RIVM, Nationale Milieuverkenning 1990 - 2010, RIVM, 1991, Bilthoven.

2 EUROTRAC, Proceedings of EUROTRAC Symposium '92, P.M. Borell et al. (Eds), 1993, Academic Publishing bv., The Hague.

3 IHE, Studie van de fotochemische luchtverontreiniging in België. Periode 1979 - 1990, IHE-afdeling Lucht, januari 1992, Brussel.

4 KVIV, Beperking Luchtverontreiniging door VOS, KVIV-studiedag, 27 april 1993, Antwerpen.

5 AROL, Proceedings Belgisch-Nederlandse Studiedag Fotochemische Verontreiniging, AROL, februari 1991, Brussel.

6 IHE/VMM, Eindrapport studie Fotochem 2, november 1993.

7 TOR, EUROTRAC Annual Report 1992, Part 9, September 1993, Garmisch-Partenkirchen.

Begeleiders

J. Kretzschmar, Departement Energie, VITO

B. Martens, Arbeid & Milieu

J. Mulkens, Belgische Petroleum Federatie

M. Pollet, BASF Antwerpen

C. Vinckier, Departement Scheikunde, KUL

III.3 Vermesting

M. Geypens, Bodemkundige Dienst van België
J. Rutten, K. Rombouts, Natuurreservaten v.z.w.

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Mechanismen en relaties tussen veroorzakers, bronnen en effecten

Vermesting is de ontregeling van ecologische processen en kringlopen door een overmatige toevoer van *nutriënten* in het milieu. De belangrijkste nutriënten hierbij zijn *stikstof* (N) en *fosfor* (P). Ook *kalium* heeft een licht vermestend effect. De effecten van vermesting komen tot uiting in de bodem en het grond- en oppervlaktewater. De belangrijkste gevolgen van vermesting zijn:

- de kwalitatieve achteruitgang van vegetaties op voedselarme en matig voedselarme gronden en de daarmee verbonden daling van de *biodiversiteit*;
- de kwalitatieve achteruitgang van zoet en zout oppervlaktewater (*eutrofiëring*);
- een bedreiging (of hogere kostprijs) van de *drinkwatervoorziening* zowel uit oppervlaktewater als uit grondwater;
- nadelige invloed op de *landbouwactiviteit*: door een onevenwichtige aanvoer van nutriënten kunnen de gewassen schade oplopen of kan het vee ziek worden.

Er zijn verschillende *bronnen* van vermesting: afvalwater, reststoffen, meststoffen en gassen. Ze zijn hoofdzakelijk afkomstig van de industrie, de huishoudens, de landbouw en het verkeer. De nutriënten bereiken de lucht, het water en de bodem via uiteenlopende mechanismen zoals vervluchtiging, uitspoeling, lozing, drainage, doorslag, afvloeiing en erosie. Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de bronnen, veroorzakers en mechanismen van vermesting. Het gedrag van stikstof en fosfor is duidelijk verschillend.

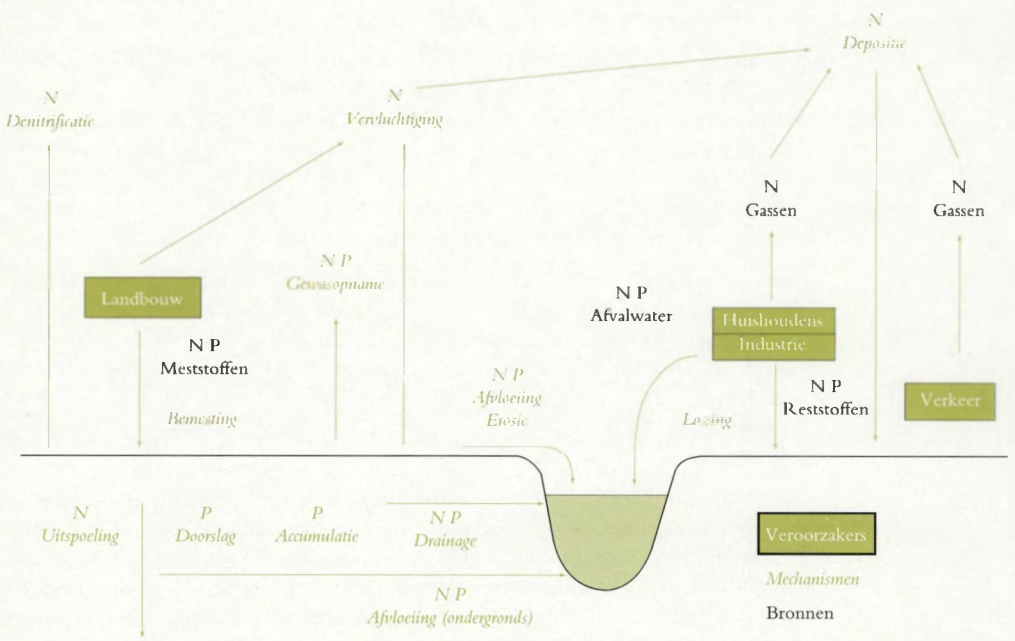
Stikstof komt in het milieu terecht door het gebruik van minerale meststoffen (kunstmeststoffen), de uitscheiding van eiwitten door mens en dier, de lozing van afvalwater, het dumpen van reststoffen en de emissie van stikstofoxyden (NO_x) bij verbrandingsprocessen. Organische stikstofverbindingen worden in bodem en oppervlaktewater door mineralisatie omgezet in de minerale vormen ammonium (NH_4^+), nitriet (NO_2^-) en nitraat (NO_3^-). Ammonium kan in de vorm van ammoniakgas (NH_3) vervluchtigen uit bodem en mest. Nitraat en nitriet kunnen door denitrificatie gereduceerd worden tot de gasvormige stikstofverbindingen N_2O, NO of N_2. Via atmosferische depositie komen stikstofoxyden en ammoniak weer op het bodemoppervlak terecht. Nitraat-stikstof lost goed op in water waardoor het gemakkelijk opgenomen kan worden door de gewassen als noodzakelijk bestanddeel voor de groei. In perioden met neerslagoverschot spoelt nitraat uit naar diepere bodemlagen en komt zo in het grondwater terecht.

Fosforbelasting is voornamelijk te wijten aan de lozing van afvalwater en de bemesting met minerale en organische meststoffen. In tegenstelling tot stikstof bindt fosfaat (PO_4^{3-}) zich sterk aan de bodemdeeltjes. Bij overmatige aanvoer zal fosfaat zich daarom eerder ophopen in de bovenste lagen van de bodem dan uitspoelen naar het grondwater. De bodem heeft een welbepaalde vastleggingscapaciteit voor fosfaat. Wanneer deze vastleggingscapaciteit overschreden wordt, treedt fosfaatdoorslag naar de diepere bodemlagen op. Hierdoor kan bij een hoge grondwaterstand de fosfaatconcentratie in het bodemwater verhogen. Fosfaat kan dan uitspoelen naar het oppervlaktewater.

Stikstof- en fosforverbindingen kunnen ook via erosie, drainage en afvloeiing in het oppervlaktewater terechtkomen.

Afvalwater, meststoffen (zowel dierlijke als minerale) en reststoffen bevatten ook minerale elementen zoals kalium. Kalium kan in de bodem vastgelegd worden door kleimineralen en bodemhumus. Het probleem van kaliumuitspoeling doet zich vooral voor op de lichtere bodemtypes. De gevolgen van vermesting kunnen in bepaalde gevallen versterkt worden door het vermestend effect van kalium. Zo wordt het probleem van de drinkwatervoorziening complexer wanneer nitraatrijk water eveneens een hoog kaliumgehalte heeft. Op graslandbodems met een verhoogd kaliumgehalte, in combinatie met een hoog stikstofaanbod en/of laag magnesiumgehalte, kan het vee ziek worden en sterven door kopziekte. Toch speelt kalium een minder belangrijke rol in de vermestingsproblematiek dan stikstof en fosfor.

Figuur 1: Verband tussen veroorzakers, bronnen en mechanismen van vermesting.



1.2 | Verbanden met andere thema's

De depositie van stikstofoxyden en ammoniak heeft naast een vermestend effect

eveneens een *verzurend effect* op de bodem en het oppervlaktewater. De emissie van ammoniak kan bovendien op lokaal niveau zorgen voor *geurhinder*. N_2O is een broeikasgas en wordt mede verantwoordelijk geacht voor de mondiale *klimaatveranderingen*.

Door vermesting kan het *grond- en oppervlaktewater* verontreinigd worden. De belangrijkste oorzaken zijn lozingen in en afvloeiing naar oppervlaktewater, uitspoeling en drainage.

Het *verlies van biodiversiteit* in terrestrische en aquatische systemen is een belangrijk gevolg van vermesting, en kan in zekere mate nog versterkt worden door *verdroging*. *Versnippering* van natuurgebieden leidt bovendien tot een verhoogde gevoeligheid van de levensgemeenschappen voor vermesting.

1.3 | Tijdsperspectief en ruimtelijk perspectief

De effecten en gevolgen van vermesting kaderen in een *gewestelijke* milieuproblematiek. Er is ook een verband tussen vermesting en *continentale* milieuproblemen (bijvoorbeeld grensoverschrijdende verontreiniging en nutriëntenaanvoer via rivieren) en tussen vermesting en *mondiale* milieuproblemen (bijvoorbeeld N_2O als broeikasgas).

De vermestingsproblematiek is een gevolg van historische ontwikkelingen zoals de industrialisatie, de urbanisatie en de intensivering van de akkerbouw en de veeteelt.

Sedert enkele tientallen jaren zijn twee duidelijke effecten van vermesting geconstateerd: de eutrofiëring van rivieren en meren, en de aanwezigheid van nitraat in het grondwater. Het verschillend gedrag van stikstof en fosfor bepaalt mede de aard en de omvang van de milieuverstoring. De evolutie van de milieu-impact hangt hiermee samen. In tegenstelling tot nitraat wordt voor fosfaat een lange naijling verwacht. Daarom zullen maatregelen met betrekking tot fosfaat minder snel een positief effect op het milieu hebben dan maatregelen met betrekking tot nitraat.

De verwachte evolutie van de milieu-impact is gericht naar drie ijkpunten: 1995 - 2000 - 2010.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Lucht

De gasvormige stikstofcomponenten (NO_x en NH_3) worden in de atmosfeer gemengd en getransporteerd voor zij weer worden afgezet op het bodemoppervlak (depositie), waar ze het stikstofgehalte van bodem en water verhogen. De industrie emitteert stikstofverbindingen vooral op grote hoogte. Hierdoor kunnen deze verbindingen over relatief grote afstanden getransporteerd worden, zodat de verontreiniging grensoverschrijdend is. Als stikstofverbindingen op lagere hoogte worden uitgestoten (NO_x door het verkeer, N_2O uit de bodem, NH_3 ten gevolge van de biologische afbraak van dierlijke mest) dan zullen ze meer in de nabijheid van de bronnen worden afgezet.

De NO_x-concentraties in de omgevingslucht volgen in hoofdzaak het verloop van de NO_x-emissies door het wegverkeer als belangrijke bron van uitstoot op geringe hoogte. In grote agglomeraties zoals Antwerpen en Gent en langs drukke verkeersassen zoals Brussel-Antwerpen zijn de NO_x-concentraties het hoogst[1].

Bij meting van ammoniakconcentraties in een aantal natuurreservaten bleek dat voor natuurgebieden gelegen in Oost-Vlaanderen en in de Antwerpse Kempen de concentraties hoog waren[2]. Rekening houdend met de overwegende windrichting werd

de relatie gelegd met gebieden met veel intensieve veeteeltbedrijven. De laagste ammoniakconcentraties werden gemeten langs de as Brussel-Antwerpen.

Van de geëmitteerde hoeveelheid stikstofoxyden en ammoniak komt een gedeelte op Vlaamse en een gedeelte op buitenlandse bodem terecht. Daarnaast is er ook depositie van stoffen afkomstig van buiten Vlaanderen. De stikstofdepositie in Vlaanderen wordt berekend aan de hand van de concentraties stikstofoxyden en ammonium in de lucht en in de neerslag. Gemiddeld voor Vlaanderen wordt een depositie van *40,8 kg N per hectare en per jaar* berekend[2,3].

Lokaal kunnen verschillen optreden door droge depositie van ammoniak in gebieden met hoge ammoniakproduktie.

Oppervlaktewater

Een gedeelte van de Vlaamse oppervlaktewateren bevatten een duidelijk verhoogd nitraat- en fosfaatgehalte. De resultaten van het fysisch-chemisch meetnet voor oppervlaktewater van de VMM geven aan in welke mate rivieren en beken in Vlaanderen verontreinigd zijn met nitraat en fosfaat. In 1992 overschreed 20 % van de metingen de *nitraatnorm* van 11,3 mg N/l en 76 % van de metingen de *fosfaatnorm* van 0,3 mg P/l (tabel 1). In een aantal gevallen waren de nitraatconcentraties zeer hoog. De mediaanwaarde toont aan dat bij minstens de helft van de metingen voor nitraat een duidelijk lagere waarde dan de norm werd gemeten. Voor fosfaat is de situatie totaal anders en is bij minstens de helft van de uitgevoerde metingen duidelijk de fosfaatnorm overschreden.

Tabel 1: Resultaten van metingen van nitraat- en fosfaatconcentraties in oppervlaktewater

Jaar van meting	Percentage van het aantal metingen dat de norm* overschrijdt		Mediaanwaarde van de gemeten concentraties	
	Nitraat	Fosfaat	Nitraat (mg N/l)	Fosfaat (mg P/l)
1990	10	80	1,0	2,1
1991	17	76	2,1	0,6
1992	20	76	3,1	0,5

* *norm: voor nitraat: 11,3 mg N/l, voor fosfaat: 0,3 mg P/l.*

Bron: VMM, 1993[4].

Grondwater

De aanwezigheid van hoge concentraties nitraten in het grondwater kan betekenen dat de drinkwatermaatschappijen bijkomende behandelingen dienen uit te voeren om het in drinkwater om te zetten. Ook voor het deel van de bevolking dat afhankelijk is van *putwater* voor zijn watervoorziening, stelt dit problemen. Een studie van de particuliere putwaters toont aan dat 34 % van de onderzochte putten een nitraatgehalte hoger dan 11,3 mg N/l bevat[5]. De hoogste nitraatconcentraties worden aangetroffen in ondiepe putten (tot 10 meter). In putten dieper dan 20 meter zijn de nitraatgehalten gemiddeld zeer laag (< 1,13 mg N/l). Voor de ondiepe putten bestaat er een positief verband tussen het nitraatgehalte van het putwater en de nabijheid van een potentiële verontreinigingsbron (zoals lekkende beerputten, sterfputten, rioleringen of akkers). Een gelijkaardige studie van het IHE[6] in de periode 1982 tot 1987 toont aan dat 38 à 39 % van de particuliere putwaters (in Vlaanderen) een nitraatgehalte bevatte dat hoger was dan de norm voor drinkwater.

Nitraat kan met het doorsijpelend grondwater de *watervoerende lagen* in de ondergrond bereiken. De meeste kwetsbare lagen zijn de freatische lagen, die niet tegen vervuiling van het bovenste grondwater zijn beschermd door een ondoordringbare bodem-

laag (bijvoorbeeld een kleilaag). Uit meetresultaten van het grondwatermeetnet van Vlaanderen (AMINAL)[7] blijkt dat de norm van 11,3 mg nitraatstikstof per liter werd overschreden in een aantal ondiepe (< 25 meter) en middeldiepe (25 - 50 meter) freatische lagen (tabel 2). Het aantal overschrijdingen van de norm neemt af met de diepte. Tabel 2 geeft een overzicht van de meetresultaten.

In de provincie Limburg zijn in het ondiepe grondwater (< 50 meter) nitraatconcentraties gemeten die hoger zijn dan 11,3 mg/l voor de putten op het Kempens plateau, in de Maasvallei en in Zuid-Limburg (in het voedingsgebied van de Krijtaquifer). In de ondiepe freatische grondwaterlagen is in 40 % van de gevallen de nitraatconcentratie hoger dan 5,6 mg/l[8].

Tabel 2: Indeling van de freatische putten naar diepte en naar nitraatconcentratie.

Maximaal gemeten nitraatconcentraties[a] (mg N/l)	Percentage van het aantal putten volgens de gemeten concentratie		
	< 25 m	25 - 50 m	> 50 m
< 5,6	67	76	100
5,6 - 11,3	21	19	0
> 11,3	12	5	0

[a] *In de periode van 1979 tot 1992 in de putten van de provincies Antwerpen, Brabant en Limburg.*
Bron: Grondwatermeetnet Vlaanderen.

Bodem

De fosforbelasting van het oppervlaktewater is niet alleen te wijten aan directe lozingen van afvalwater, maar ook aan afvloeiing en uitloging van fosfaat vanuit de bodem. Zoals aangegeven in I.1, treedt uitspoeling van fosfaat hoofdzakelijk op wanneer de bodem fosfaatverzadigd is. De meeste bodems bezitten een hoog fosfaatbindend vermogen. Het probleem van fosfaatuitspoeling doet zich daarom voor op gronden met een beperkt fosfaatbindend vermogen waarop de fosforbemesting gedurende een relatief lange periode aanzienlijk hoger is dan de fosforonttrekking door de gewassen. Uit een studie uitgevoerd in de gemeente Wingene[9] blijkt dat de bovenste bodemlaag (tot op een diepte van 20 cm) van de meeste akker- en weidepercelen *fosfaatverzadigd* is. Tot op een diepte van 60 cm bedraagt de gemiddelde fosfaatverzadiging 30 %. Aangezien fosfaatdoorslag al optreedt vanaf 30 % verzadiging, bestaat het gevaar dat op deze akker- en weidepercelen het grondwater verontreinigd wordt met fosfaat. De verzadigingsgraad op de bospercelen in de gemeente Wingene is gemiddeld laag (< 10 % in de bovenste bodemlaag).

Er wordt bijkomend wetenschappelijk onderzoek verricht naar het fosfaatbindend vermogen van de gronden in West-Vlaanderen (het stroombekken van de Poekebeek en de West-Vlaamse Zandstreek) en de Antwerpse Noorderkempen (onderzoek uitgevoerd aan de RUG en de KUL in opdracht van de VLM).

De fosfortoestand van de cultuurbodem kan bepaald worden aan de hand van het plantbeschikbaar fosfaatgehalte van de bodem. De meting van het fosfaatgehalte van de akkerpercelen is een onmisbare parameter bij de berekening van de perceelsspecifieke fosforbemestingsadviezen. Bij een laag plantbeschikbaar fosfaatgehalte wordt een bijkomende fosforbemesting geadviseerd om zo snel mogelijk tot een gunstig fosfaatgehalte van de bodem te komen. Bij een hoog fosfaatgehalte neemt het fosforbemestingsadvies af in functie van het gemeten fosfaatgehalte. Bij een fosfaatgehalte hoger dan 50 mg P per 100 g grond wordt geadviseerd geen fosforbemesting meer toe te dienen. In de periode van 1989 tot 1991 was in 11 % van Vlaamse akkerpercelen het fosfaatgehalte hoog genoeg zodat er geen fosforbemesting geadviseerd werd voor de

eerstkomende teelt. Tabel 3 geeft de verdeling van de Vlaamse akker- en weilandstalen naar hun plantbeschikbaar fosfaatgehalte weer.

Tabel 3: Procentuele verdeling van het aantal akkerbouw- en weilandstalen met een gunstig, laag en hoog fosfaatgehalte voor de Vlaamse provincies (1989-91).

		Antwerpen	Vlaams-Brabant	Limburg	Oost-Vlaanderen	West-Vlaanderen	*Vlaanderen*
		%	%	%	%	%	%
Akker	*laag*	5,1	13,5	9,6	4,7	2,0	*5,9*
	gunstig	10,8	32,6	23,3	13,4	8,8	*15,9*
	hoog	84,1	53,9	67,1	81,9	89,2	*78,2*
		%	%	%	%	%	%
Weide	*laag*	15,0	32,1	24,1	11,0	11,0	*15,6*
	gunstig	21,7	25,3	28,2	16,6	16,3	*20,3*
	hoog	63,3	42,6	47,7	72,4	72,7	*64,1*

Bron: Bodemkundige Dienst van België[10] (50 621 akkerstalen en 17 454 weilandstalen periode 1989-91). Meting van fosfaat in het ammoniumlactaat-extract.

2.2 | Gevolgen

Ecosystemen

Het aangeven van de gevolgen van vermesting voor ecosystemen op zich is niet eenvoudig. Er bestaat immers een brede waaier van verstoringen zoals verzuring, verdroging en versnippering, die meestal samen de verarming van levensgemeenschappen veroorzaken. Ook beheersingrepen kunnen soortverschuivingen induceren, waardoor de relatie met vermesting niet altijd eenduidig te leggen is.

Plante- en diersoorten reageren verschillend op een verhoogde beschikbaarheid van voedingsstoffen, waardoor de concurrentieverhoudingen binnen de levensgemeenschappen veranderen. Het gevolg hiervan is dat vooral planten en dieren die afhankelijk zijn van voedselarme of matig voedselarme standplaatsen sterk achteruitgaan.

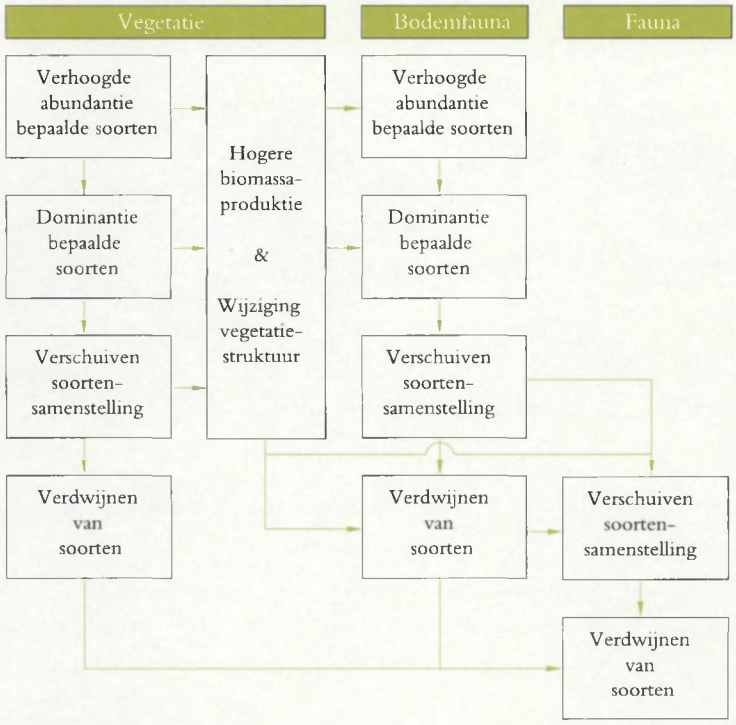
De gevolgen van vermesting voor de vegetatie en de de fauna ontwikkelen zich in verschillende fasen die geleidelijk in elkaar overgaan (figuur 2). Eerst is er een verhoogde bedekkingsgraad (abundantie) van bepaalde plantesoorten waardoor onder meer de biomassaproduktie vergroot. Bij een aanhoudende verhoogde nutriëntenbeschikbaarheid leidt dit tot dominantie van enkele snelgroeiende soorten, wat eveneens gepaard gaat met een verhoogde biomassaproduktie. Als gevolg van de gewijzigde vegatatiestructuur (hogere en dichtere vegetatie met een verandering in de dikte van de strooisellaag) verdwijnt een aantal plantesoorten.

De bodemfauna reageert in het geval van de aanvoer van dierlijke mest op dezelfde manier als de vegetatie. Verschuivingen in de samenstelling van de bodemfauna vinden eveneens plaats bij een verhoging van de biomassaproduktie (meer strooisel).

De gevolgen van vermesting op de overige fauna manifesteren zich in het algemeen in een iets latere fase en zijn in hoofdzaak het resultaat van wijzigingen in de vegetatiesamenstelling en -structuur en veranderingen in de bodemfauna. Wat betreft de veranderingen in de vegetatiesamenstelling is vooral het verdwijnen of de achteruitgang van voedsel- en waardplanten van belang. Onder wijzigingen in de vegetatiestructuur worden zowel veranderingen in de strooisellaag als in de algemene structuurvariatie verstaan. Deze veranderingen leiden tot verschuivingen in de soortensamenstelling en uiteindelijk tot het verdwijnen van soorten. Een beperkt aantal diersoorten profiteert van een verhoogde voedselrijkdom. Zo neemt ten gevolge van bemesting en bekalking - tot op zekere hoogte - het aantal regenwormen in de

grond toe. Weidevogelpopulaties van wulpen, grutto's en kieviten reageren hier gunstig op. Bepaalde insektensoorten nemen echter af, wat nadelige gevolgen heeft voor sommige vogelsoorten zoals de watersnip.

Figuur 2: Gevolgen van vermesting voor de vegetatie, de bodemfauna en de fauna.



Bron: Natuurreservaten v.z.w., 1994.

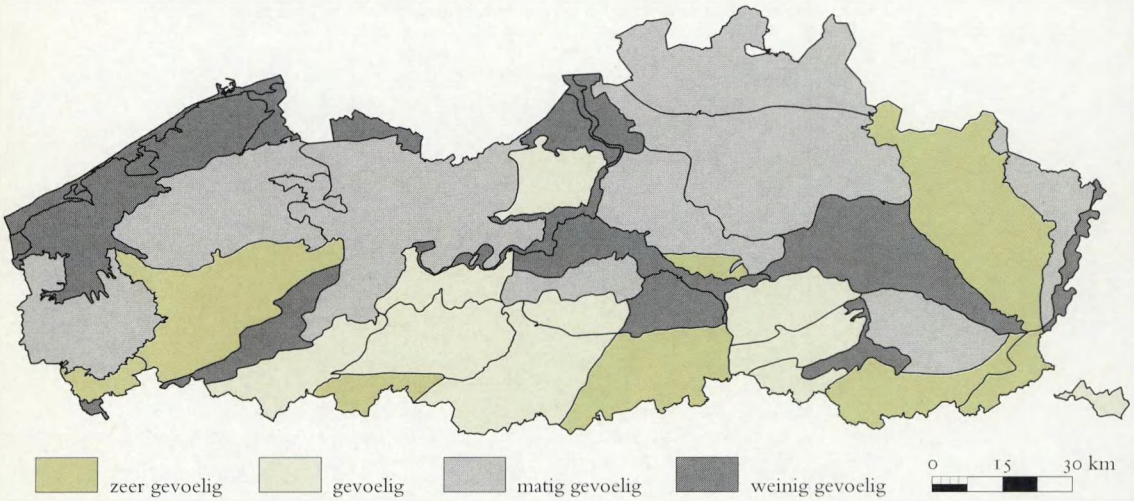
Een concrete aanduiding van ecologische gevoelige ecosystemen vereist een geïntegreerde aanpak. *Ecologische gevoeligheid* heeft hier betrekking op de ontregeling van de optimale functionering van ecosystemen door een verstoring in het aanbod aan voedingsstoffen. Gevoeligheid is hierbij uitgedrukt in een relatieve en/of graduele schaal. Niet alleen moet rekening gehouden worden met individuele reacties van planten, dieren en gemeenschappen, maar ook met landschapsecologische relaties. Zo wordt de volledigheid van bepaalde levensgemeenschappen niet alleen bedreigd door vermest grondwater. Infiltratie van vermest oppervlaktewater kan leiden tot een verhoging van het stikstofgehalte van opkwellend grondwater.

Op het niveau van de Vlaamse *ecodistricten* (d.i. grote gebieden met een eigen combinatie van milieukenmerken) is de globale gevoeligheid voor nitraat- en fosfaatvermesting bepaald door het Instituut voor Natuurbehoud. Dit resulteerde in een aantal voorlopige *gevoeligheidskaarten* (figuren 3 en 4). Hieruit blijkt dat vooral (humusarme) zandgronden zeer gevoelig zijn voor toevoeging van fosfaat en nitraat. Het gaat hier echter wel om globale gevoeligheidskaarten: ook in weinig gevoelige ecodistricten komen zeer gevoelige ecosystemen voor en omgekeerd.

Volgende biotopen zijn bijzonder gevoelig voor vermesting: heiden, vennen, schraallanden, kleine zeggegemeenschappen, alkalische laagvenen, hoogvenen, blauwgraslanden, dotterbloemhooilanden, oligotrofe tot mesotrofe (gagel- en wilgen-) struwe-

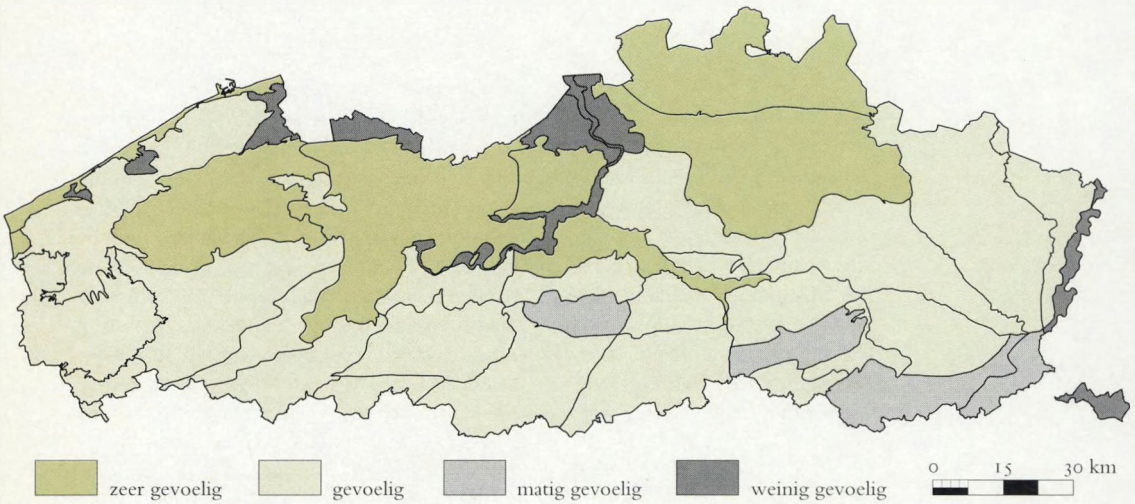
len, voedselarme bostypen zoals eiken-berkenbossen, berkenbroeken en mesotrofe elzenbroeken. In Nederland blijkt dat ongeveer 80 % van de inheemse vegetatietypen gevoelig is voor vermesting. Deze groepen worden bovendien het meest bedreigd door andere milieuverstoringen. In Vlaanderen is de situatie waarschijnlijk hetzelfde.

Figuur 3: Voorlopige gevoeligheidskaart voor nitraatvermesting



Bron: Instituut voor Natuurbehoud, 1994

Figuur 4: Voorlopige gevoeligheidskaart voor fosfaatvermesting



Bron: Instituut voor Natuurbehoud, 1994

De gevolgen voor enkele ecosystemen worden verder verduidelijkt in onderstaande paragrafen.

Heide. In Vlaanderen overtreft de jaarlijkse aanvoer van stikstof door atmosferische depositie de jaarlijkse opname en fixatie door de heidevegetatie en bodem. Naast de

stikstofdepositie kan vermesting in heidegebieden ook optreden door de invloed van met nutriënten verrijkt grondwater van buiten het heide-ecosysteem. Dit leidt tot *vergrassing* door bochtige smele, pijpestrootje en fijn schapegras en een afname van de diversiteit. Voor de fauna zal de invloed te merken zijn aan een evenwichtsverbreking waardoor onder meer het heidehaantje zal toenemen. Het verdwijnen van open plaatsen (lage vegetatie of naakte bodem) in de heide leidt tot de achteruitgang en het verdwijnen van lokale populaties insekten, reptielen, amfibieën en bepaalde vogelsoorten.
In combinatie met verzuring veroorzaakt vermesting *de nivellering van de pH* van het heidemilieu waardoor soorten die afhankelijk zijn van voedselarme, zwak zure milieus verdwijnen.

Vennen. Ook de typische levensgemeenschappen in vennen verarmen. Hierbij speelt ook vermesting via meeuwenkolonies een rol. Vanwege de veranderde voedselvoorziening worden de vaak zeldzame, kenmerkende plantesoorten van vennen verdrongen door nitrofiele en/of op verstoring duidende plantesoorten. Bovendien neemt de biomassa van snelgroeiende stikstofminnende en periodiek ondergedoken oeverplanten (zoals fioringras en pitrus) toe waardoor veel ondergedoken planten weggeconcurreerd worden.
Ook in de fauna treedt een sterke verarming op. In verzuurde en met ammonium verrijkte vennen gaan enkele algemene soorten waterwantsen, libellelarven, waterkevers en muggelarven domineren, andere soorten verdwijnen. Het is niet altijd duidelijk in welke mate dit enkel aan vermesting toe te schrijven is, daar ook het verzuringsproces een belangrijke rol speelt.

Bossen. Tot op een bepaald niveau stimuleert de verhoogde beschikbaarheid van nutriënten de groei en vitaliteit van bomen. Bij een overmatige stikstofopname zullen de bomen in de winter echter blijven doorgroeien waardoor de gevoeligheid voor vorst sterk toeneemt. De verhoogde beschikbaarheid van nutriënten vergroot de voedingswaarde van de bladeren of naalden waardoor de kans op infectie (door schimmels) en vraat toeneemt. De zaailingen groeien minder snel en het aantal symbiotische zwammen ('mycorrhiza') neemt af.
De combinatie van vermesting en verzuring ontregelt de bosecosystemen in Vlaanderen zodanig dat nitraten, mineralen en zware metalen naar het grondwater uitspoelen. Zo worden in bossen te Brasschaat, Gontrode, Houthulst en Maasmechelen, hoge nitraatconcentraties in het bodemwater gemeten (in Brasschaat hoger dan de drinkwaternorm). Uitspoeling van mineralen of hoge ammoniumconcentraties die de opname van magnesium en kalium verhinderen, kunnen gebreksverschijnselen veroorzaken.
De verschuiving in de vegetatie is te merken aan de sterke ontwikkeling van de Amerikaanse vogelkers (in naaldbossen op zandgronden) en de vooruitgang van meer stikstofminnende soorten zoals de vlier. In de kruidlaag van bossen op zandgronden doet zich hetzelfde proces voor als op de heidevelden, namelijk vergrassing met bochtige smele (op de droge plaatsen) en pijpestrootje (op vochtige plaatsen). Soorten als de braam, de brede stekelvaren en de zachte witbol breiden sterk uit, terwijl het aantal kenmerkende soorten van voedselarme eiken-berkenbossen, zoals de hengel en de blauwe bosbes sterk afneemt. Opmerkelijk is de groei van akkeronkruiden en soorten van kapvlaktes en bosranden, voornamelijk tussen de verzwakte bomen.

Graslanden. In tegenstelling tot de vorige landschapstypen speelt bij graslanden de *directe bemesting* een hoofdrol. Halfnatuurlijke soortenrijke graslanden zijn onder meer tengevolge van de sterke stijging van de stikstof- en fosforgift in de landbouw nagenoeg verdwenen. De stikstofgift blijkt hierbij de sterkst bepalende factor te zijn. De meeste plantesoorten en vele vertegenwoordigers van diverse insektengroepen en spinnen verdwijnen door langdurige stikstofgiften boven 150 kg N/ha. Kunstmest

blijkt hierbij, waarschijnlijk door zijn hogere benuttingscoëfficiënt, schadelijker te zijn dan dierlijke mest. Pas bij stikstofgiften lager dan 150 kg N/ha hebben andere aspecten zoals de grondwaterstand, veranderd graslandgebruik, fosfor- en kaliumbemesting een grote invloed op de soortenrijkdom en soortensamenstelling van graslanden.
Diverse experimenten hebben aangetoond dat het moeilijk is soortenarm grasland in soortenrijk, halfnatuurlijk grasland om te zetten. Halfnatuurlijke graslanden kennen immers een eeuwenlange ontstaansgeschiedenis. Het zijn van oudsher zwak- of onbemeste, laagproduktieve graslanden die als hooiland (beemd) beheerd werden. Door het jarenlange *constante beheer* ondergingen de hooilanden een rijpingsproces waaraan ze hun soortenrijkdom te danken hebben. Ingrepen die het rijpingsproces verstoren, zoals overmatige bemesting, blijken nagenoeg onomkeerbaar te zijn. Enkel bij langdurige stikstofgiften beneden 150 kg N/ha zijn soortenrijkere graslanden te verwachten mits de vestiging van nieuwe soorten niet belemmerd wordt door gebrek aan zaden of licht.

Aquatische ecosystemen. Vooral de levensgemeenschappen in bovenlopen die van nature voedselarm zijn, in matig voedselarme kwelmilieus en in zwakgebufferde wateren zijn door vermesting bedreigd.
Door nutriëntenverhoging neemt de primaire produktie, zowel van microfyten (algen) als van macrofyten (waterranonkels, waterkers). Dit gaat gepaard met een slechtere zuurstofvoorziening, een vertroebeling van het water en soortverschuivingen in de macrofauna. De brasem doet het in dit voedselrijke en troebele water relatief goed ('*verbraseming* van het visbestand').
Onder extreme omstandigheden treedt algenbloei gevolgd door *zuurstoftekort* op. Vooral 's nachts, als de planten in het water geen zuurstof produceren kan dit leiden tot zuurstoftekort en de dood van zuurstofafhankelijke organismen zoals vissen en invertebraten. Anaërobe bacteriën doen dan hun intrede. Omdat deze bacteriën organische stoffen slechts gedeeltelijk afbreken, ontstaan er giftige stoffen zoals waterstofsulfide, ammoniak en nitriet.

Mens

Een gevolg van vermesting voor de mens is de kans op ziekte na het drinken van water met een zeer hoog nitraatgehalte. Zoals blijkt uit een studie van het PIH en het IHE, is de kans op het aantreffen van drinkwater met een hoog nitraatgehalte het grootst bij water uit ondiepe waterputten. Ook het drinkwater dat wordt gewonnen uit vermest oppervlakte- of grondwater kan verontreinigd zijn.

Nitraat heeft op zich geen nadelige invloed op de gezondheid van de mens. Nitraat kan echter in het menselijk lichaam door micro-organismen omgezet worden tot nitriet. Als het gevormde nitriet in de bloedstroom terecht komt, kan dat een verbinding vormen met hemoglobine, het zuurstofdragend molecule in het bloed. Hierdoor wordt het zuurstofbindend vermogen van het bloed verlaagd en komt de zuurstofvoorziening van de weefsels in het gedrang. Bij baby's kan dit blauwzucht veroorzaken; in extreme gevallen zal de patiënt stikken. Baby's zijn gevoeliger voor nitraatvergiftiging dan volwassenen omdat de maag van een volwassene een lagere zuurtegraad heeft. Die lagere zuurtegraad remt de ontwikkeling van nitraatreducerende micro-organismen.

Het verband tussen het drinken van water met een hoog nitraatgehalte en het optreden van nitraatvergiftiging, is niet eenduidig. Meerdere factoren dragen bij tot het ontstaan van nitraatvergiftiging, waaronder het optreden van darminfecties, de nitraatreducerende capaciteit van de bacteriën die de darminfectie veroorzaken, inname van bacterieel verontreinigd voedsel of drinkwater en inname van nitraatrijk voedsel of drinkwater. Het nitraatgehalte van het drinkwater staat met andere woor-

den niet rechtstreeks in verband met het optreden van nitraatvergiftiging bij de mens. De bacteriële verontreiniging van drinkwater, die in een aantal gevallen gepaard gaat met een hoog nitraatgehalte van het water (bv. in verontreinigde waterputten), stelt meestal grotere problemen dan het nitraatgehalte zelf.

Nitriet kan in de maag reageren met organische componenten en zo nitrosamines vormen. Nitrosamines zijn kankerverwekkend en kunnen maagkanker veroorzaken. Er is echter nog geen duidelijk verband aangetoond tussen de inname van nitraat en de vorming van nitrosamines in de maag.

De nitraatnormen voor drinkwater hebben een enorme invloed op de complexiteit en de kostprijs van de waterwinning uit grond- en oppervlaktewater (bv. door het mengen van water met een hoog nitraatgehalte met water met een laag nitraatgehalte of zelfs de verwijdering van nitraat uit het drinkwater). Algengroei kan de winning van drinkwater uit vermest oppervlaktewater eveneens bemoeilijken.

De vervuiling van oppervlaktewateren door rottende algen of door rechtstreekse lozing van afvalwater kan geurhinder voor de mens veroorzaken. Ook de recreatieve functie van deze oppervlaktewaters wordt dan bedreigd.

Landbouw

Bemesting van cultuurgrond kan de fysische en vooral de chemische bodemvruchtbaarheid op peil houden. Een onevenwichtige bemesting (b.v. overbemesting of eenzijdige bemesting) brengt de normale bodemvruchtbaarheid in gevaar.

Op cultuurgronden, die zeer rijk zijn aan nutriënten, kunnen zich zowel teelttechnische problemen als kwaliteitsproblemen voordoen. Voorbeelden van *teelttechnische problemen* zijn legering (bij graangewassen, vlas, koolzaad) en een verhoogde infectiedruk bij gewassen op stikstofrijke bodems. Nitraatophoping in gewassen is een typisch *kwaliteitsprobleem* in de groenteteelt (b.v. in bladgroenten zoals spinazie en sla) en in voedergewassen (gras, nateelten). Dit nitraatprobleem hangt naast de stikstofbeschikbaarheid van de bodem ook af van klimaatomstandigheden (licht, temperatuur, neerslag), oogsttijdstip, karakteristieken van het gewas, teeltwijze en bewaring.

Bij opname van nitraatrijke gewassen, kan rundvee ziek worden[11]. Hier kan wel een rechtstreeks verband aangetoond worden tussen de nitraatinname en het optreden van nitraatvergiftiging.

De onderlinge verhouding van de verschillende voedingselementen in de bodem is belangrijk voor de vruchtbaarheid van de bodem. Een teveel aan kalium in de bodem of een tekort aan magnesium kan een ongunstige verhouding van deze nutriënten in het gras veroorzaken. Zoals reeds vermeld kan rundvee dat dergelijk gras eet, grastetanie (kopziekte) krijgen.

2.3 | Evolutie van de milieu-impact

Fosfor

De bodem speelt een belangrijke rol bij de vermesting van het oppervlaktewater en het grondwater. Vooral het fosfaatgehalte van de bodem is belangrijk voor de milieu-impact. Omdat fosfaat langer in de bodem aanwezig blijft, zullen maatregelen die de fosforinput verminderen slechts na jaren resultaat opleveren.

De toenemende *fosfaatophoping in de cultuurbodems* is het gevolg van de fosfaatbelasting in het verleden: er werd gemiddeld meer fosfor aan de landbouwgronden toegediend dan er werd onttrokken door de gewassen. De evolutie van het plantbeschikbaar fosfaatgehalte op akkerland wordt berekend met behulp van een input-output model

voor fosfor (op basis van de proefveldresultaten van een meerjarige fosforbemestingsproef)[12]. De toename van het fosfaatgehalte in de teeltlaag (0-23 cm; d.i. diepte van de bouwvoor of bouwlaag) is functie van de netto fosfaatbelasting, dit is de fosfaatbemesting minus de fosfaatonttrekking door de gewassen.

Het plantbeschikbaar fosfaatgehalte wordt ook bepaald door het fosfaatleverend vermogen van de bodem enerzijds en de vastleggingscapaciteit ervan anderzijds. De berekeningen van het fosfaatgehalte gaan uit van een indeling van het akkerareaal van maïs, granen, aardappelen, suikerbieten en voederbieten zoals aangegeven door de landbouwtelling van 1991. De basisgegevens voor de berekening zijn de fosfaatconcentraties van de akkerpercelen gemeten in de periode 1989-91 (tabel 3). De akkerpercelen zijn daarbij ingedeeld in verschillende fosforklassen. De *klasse 12-18 mg P/100g* droge grond is experimenteel vastgelegd als zijnde *teelttechnisch gunstig*, waarbij bovendien de kans op *fosfaatuitspoeling gering* is.

Tabel 4 toont de berekende evolutie van het fosfaatgehalte van akkerpercelen bij de veronderstelling dat *de gemiddelde fosforbelasting gelijk blijft aan de huidige gemiddelde fosfaatbemesting* (namelijk 125 kg P_2O_5/ha uit dierlijke mest en 50 kg P_2O_5/ha uit kunstmest). De gemiddelde gewasonttrekking van de bovenvermelde gewassen bedraagt 80 kg P_2O_5 per hectare. In deze situatie blijft het fosfaatgehalte van de akkerpercelen toenemen en zal een steeds hoger percentage van de percelen in een toestand komen waarbij na grondontleding geen of een sterk gereduceerde fosfaatbemesting wordt geadviseerd. Bij steeds meer percelen zal de fosfaatophoping dus blijven doorgaan als de toediening van fosfaat constant blijft.

Tabel 4: Evolutie van de procentuele verdeling van de akkerpercelen in functie van het fosforgehalte bij onveranderde fosforbelasting.

Fosforklasse (mg P/100 g)[a]	1989-91 (%)	1995 (%)	2000 (%)	2010 (%)
< 5	1	0	0	0
5 - 8	2	2	2	0
9 - 11	3	3	0	2
12 - 18[b]	*16*	*14*	*10*	*10*
19 - 30	39	37	44	32
31 - 50	31	34	34	43
> 50	8	10	10	13

[a] *Bepaald in het ammoniumlactaat-extract, diepte bemonstering 0-23 cm.*

[b] *Klasse 12-18 mg P/100 g droge grond: teelttechnisch gunstig, met geringe kans op fosfaatuitspoeling.*

Tabel 5 geeft de evolutie weer van het plantbeschikbaar fosfaatgehalte van de akkerpercelen waarbij de fosfaatbemesting gelijk is aan de *bemestingslimiet zoals die is vastgelegd in het Mestdecreet* (200 kg P_2O_5 per hectare voor maïs en 150 kg P_2O_5 per hectare voor de andere gewassen). Voor de toekomstige ontwikkelingen veronderstellen we dat de fosfaatbemesting vanaf 1996 gelijk is aan de bemestingslimieten van het Mestactieplan[13]. Het Mestactieplan voorziet een gefaseerde verstrenging van de fosforbemestingslimieten ingaande in 1996 (150 kg P_2O_5 per hectare), in 1999 (125 kg P_2O_5 per hectare) en in 2002 (100 kg P_2O_5 per hectare). Voor gewassen met een lage stikstofbehoefte gelden respectievelijk 125, 100 en 80 kg P_2O_5 per hectare. Bemesten volgens deze limieten impliceert dat de netto fosfaatbelasting geleidelijk afneemt en neigt naar een evenwichtsbemesting voor fosfaat (d.i. bemesting = opname door de gewassen). Indien op alle akkerpercelen de maximaal toegelaten fosfaatbemesting (verstrengd in 1996, 1999 en 2002) wordt toegediend, zal het aantal percelen met een hoge (31 - 50 mg P/100 g grond) tot zeer hoge (> 50 mg/100 g grond) fosfaattoestand niet toenemen. In 2010 zal het aantal akkerpercelen in de twee hoog-

ste fosforklassen licht afnemen.

Tabel 5: Evolutie van de procentuele verdeling van de akkerpercelen in functie van het fosforgehalte bij toedienen van de voorgestelde fosforbemestingslimieten opgenomen in het Mestactieplan.

Fosforklasse (mg P/100 g)[a]	1989-91 (%)	1995 (%)	2000 (%)	2010 (%)
< 5	1	1	0	1
5 - 8	2	1	2	1
9 - 11	3	3	3	3
12 - 18[b]	*16*	*14*	*14*	*14*
19 - 30	39	37	37	48
31 - 50	31	34	34	26
> 50	8	10	10	7

[a] *Bepaald in het ammoniumlactaat-extract, diepte bemonstering 0-23 cm*

[b] *Klasse 12-18 mg P/100 g droge grond: teelttechnisch gunstig, met geringe kans op fosfaatuitspoeling.*

De maatregelen, vastgelegd in het Mestdecreet en voorgesteld in het Mestactieplan, houden geen rekening met het beschikbaar fosfaatgehalte van de bodem. Zo zal op het merendeel van de akkerpercelen het fosfaatbemestingsadvies lager zijn dan de bemestingslimiet, terwijl op een gedeelte een veel hogere fosfaatbemesting geadviseerd wordt. Tabel 6 toont de evolutie van het plantbeschikbaar fosfaatgehalte van de akkerpercelen *bij opvolging van het fosfaatbemestingsadvies, gebaseerd op de behoefte van de teelt en het plantbeschikbaar fosfaatgehalte van de grond.* Het aantal percelen met een hoog tot zeer hoog fosfaatgehalte neemt duidelijk af in 2000 en zal bijna gehalveerd zijn in 2010.

Wanneer beredeneerd wordt bemest, evolueren steeds meer percelen naar een normaal fosfaatgehalte. Het aantal percelen met een te hoog fosfaatgehalte daalt. Door het opleggen van bemestingslimieten is de evolutie duidelijk trager, aangezien geen rekening wordt gehouden met het fosfaatgehalte van de bodem.

Tabel 6: Evolutie van de procentuele verdeling van de akkerpercelen in functie van het fosforgehalte bij opvolging van de bemestingsadviezen in functie van het fosforgehalte.

Fosforklasse (mg P/100 g)[a]	1989-91 (%)	1995 (%)	2000 (%)	2010 (%)
< 5	1	0	0	0
5 - 8	2	2	2	1
9 - 11	3	3	3	1
12 - 18	*16*	*15*	*26*	*41*
19 - 30	39	37	36	32
31 - 50	31	36	28	21
> 50	8	7	5	4

[a] *Bepaald in het ammoniumlactaat-extract, diepte bemonstering 0-23 cm.*

[b] *Klasse 12-18 mg P/100 g droge grond: teelttechnisch gunstig, met geringe kans op fosfaatuitspoeling.*

Stikstof

Het nitraatgehalte van de bodem kan niet eenduidig gerelateerd worden aan de stikstofbelasting. Stikstof is in de bodem in veel meer evenwichtsreacties betrokken dan fosfor. Deze worden bovendien in belangrijke mate beïnvloed door klimaatomstandigheden, bodemeigenschappen en het grondwaterpeil. Belangrijk voor de milieu-impact is de *nitraatuitspoeling.* Vooral in perioden met een neerslagoverschot is een neerwaarts transport van nitraat met het doorspoelend regenwater mogelijk. Deze

situatie doet zich voornamelijk voor tijdens de wintermaanden en op braakliggende percelen. De verplaatsingssnelheid van het regenwater in de bodem is sterk afhankelijk van het bodemtype. In lichte zandgronden zal het water sneller zakken, waardoor grote hoeveelheden nitraat kunnen uitspoelen beneden de bewortelingszone. In kleigronden zal het transport trager verlopen. Zandgronden zijn daardoor gevoeliger voor nitraatuitspoeling dan kleigronden.

Tabel 7 geeft de gevoeligheid weer van de Vlaamse bodems voor nitraatuitspoeling tijdens de wintermaanden. De tabel toont de berekende nitraatuitspoeling (met behulp van het model van Burns[14]) uit een bodemlaag van 1,2 meter voor een onbegroeide akker in de periode van half oktober tot half maart. De berekening is uitgevoerd voor verschillende bodemtypes en verschillend neerslagoverschot gedurende die maanden. Uit een bodemlaag met eenzelfde stikstofreserve (120 kg N/ha), gaat tijdens de wintermaanden duidelijk meer nitraat verloren door uitspoeling op een zandbodem dan op een leem- of poldergrond. De nitraatconcentratie van het uitspoelend water is daarom hoger op een zandbodem dan op een zwaarder bodemtype. In winterperiodes met een hoger neerslagoverschot spoelt meer nitraat uit het bodemprofiel, maar de nitraatconcentratie van het uitspoelend water is lager door het verdunningseffect.

Het doorsijpelend water kan het grondwater bereiken of kan in gedraineerde bodems doorstromen naar het oppervlaktewater. Uit tabel 7 blijkt dat het draineerwater nitraatgehaltes bereikt die boven de norm van 11,3 mg N per liter liggen. Nitraatconcentraties in het doorsijpelend water nemen af door *denitrificatie*. De mate van denitrificatie verschilt sterkt en varieert tussen 20 en 50 %, maar kan oplopen tot 90 %[15]. In lichte, goed gedraineerde bodems met een laag humusgehalte is de denitrificatie het laagst. De milieu-impact van nitraatuitspoeling zal daarom het grootst zijn in lichte, goed gedraineerde bodems met een laag humusgehalte.

Tabel 7: Nitraatuitspoeling en nitraatconcentratie van het uitspoelend water voor verschillende bodemtypes en verschillend neerslagoverschot.

	Nitraatuitspoeling (kg N per hectare)			Nitraatconcentratie van draineerwater (mg N/l)		
Bodemtype	**200 mm**	**250 mm**	**300 mm**	**200 mm**	**250 mm**	**300 mm**
Zand	58	64	68	29,0	25,6	22,8
Zandleem	38	45	50	19,2	17,9	16,7
Leem	35	41	46	17,4	16,5	15,5
Polder	31	37	42	15,6	14,9	14,2

Bron: berekeningen volgens Burns[14].

2.4 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

De normen voor stikstof en fosfor in het oppervlaktewater (tabel 8) zijn opgesteld voor het bereiken van de basiskwaliteit. De normen voor grondwater zijn afgeleid van de normen voor oppervlaktewater dat bestemd is voor de produktie van drinkwater.

Zowel voor stikstof als voor fosfor zijn er emissiedoelstellingen geformuleerd. In het kader van de Noordzeeconferentie dient de emissie van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater gereduceerd te worden met 50 % in 1995. Deze emissiedoelstellingen gelden ook voor de hoeveelheid stikstof en fosfor die vanuit de bodem het oppervlaktewater verontreinigen.

Tabel 8: Kwaliteitsnormen voor stikstof en voor fosfor voor oppervlaktewater en grondwater.

	Oppervlaktewater			Grondwater[c]
	Basiskwaliteit		Drinkwater	
	21.11.93[a]	01.07.95[b]		
Stikstof				
• Ammonium (mg N/l)	M 2	A < 5, G < 1	1,17 - 3,1 (0,04 - 1,56)	1,17 - 3,1 (0,04 - 1,56)
• Kjeldahl-N (mg N/l)	M 6	A < 6	(1 - 3)	(1 - 3)
• Ammoniak (mg N/l)	-	A< 0,02	-	-
• Nitraat/Nitriet (mg N/l)	-	A 10	11,3 (5,6)	11,3 (5,6)
Fosfaat				
• Totaal fosfaat (mg P/l)	M 1	A< 1, G 0,3	(0,17 - 0,3)	(0,17 - 0,3)
• Orthofosfaat - stromend water (mg P/l)	-	A < 0,30	-	-
• Orthofosfaat - stilstaand water (mg P/l)	-	A < 0,05	-	-

[a] *Mediaanwaarde (M) te bereiken sinds 21.11.93, K.B. van 04.11.87.*

[b] *Te bereiken vanaf 01.07.95, Besluit van de Vlaamse Executieve van 21.10.87, A: absolute waarde en G: gemiddelde waarde.*

[c] *Basiskwaliteitsdoelstellingen VLAREM II.*

( ) tussen haakjes is telkens de richtwaarde weergegeven.

Het Mestactieplan legt de toekomstige emissienormen voor de belasting van de bodem met stikstof en fosfor vast. De stikstofbemestingslimieten zijn afgestemd op de gewasbehoefte met een voor het milieu aanvaardbaar verlies van stikstof. Het doel is de nitraatbelasting van grond- en oppervlaktewater uit de landbouw terug te dringen, door deze af te stemmen op de EU-nitraatrichtlijn van 11,3 mg N/l. De eindbemestingslimieten voor stikstof uit dierlijke mest zijn aangepast aan de EU-richtlijn van 170 kg N per hectare. De eindbemestingslimieten voor fosfor zijn aangepast aan de fosfaatbehoefte van de gewassen.

Onderzoeksresultaten uit het buitenland geven aan dat deze kwaliteitsdoelstellingen voor het behoud van bepaalde ecosystemen ruim onvoldoende zijn. Voor het behoud van deze ecosystemen is een verscherpte, *natuurgerichte normering* noodzakelijk. Een natuurgerichte of ecologische normering voor nutriënten moet toelaten dat gebieden of soorten die zeer gevoelig zijn voor een overschot aan nutriënten, zich optimaal kunnen ontwikkelen en kunnen blijven voortbestaan (Tabel 9).

De streefwaarden voor *stikstof* geven de maximale hoeveelheid stikstof die *via bemesting, depositie, grond- en oppervlaktewater* in de verschillende vegetatietypen terecht mag komen om de optimale functionering en volledigheid van het ecosysteem te garanderen. De streef- en richtwaarden gaan ervan uit dat de vegetatietypen actief beheerd worden (met afvoer van biomassa) (in tabel 9 aangeduid met B) en dat de hydrologische situatie overeenstemt met deze in de referentiesituatie. Een daling van de grondwaterstand zal immers een ecosysteem-interne vermesting (verhoogde mineralisatie) tot gevolg hebben.

Een stikstofdepositie vanuit de lucht van 40,8 kg N/ha/j[2,3] overtreft de meeste streefwaarden ruimschoots waardoor het behoud van vegetatietypen van voedselarme en matig voedselarme omstandigheden op de helling komt te staan. Dit is vooral het geval in gebieden met een grote concentratie aan intensieve veehouderijen waar de stikstofdepositie kan oplopen tot meer dan 70 kg/ha/j. Een gebiedsgerichte aanpak van het vermestingsprobleem met een verscherping van de normen in ecologische gevoelige natuurgebieden dringt zich op. Door actief beheer (afvoer stikstof) is het mogelijk de negatieve gevolgen van een hoge stikstoftoevoer te beperken, maar dit

heeft echter een invloed op de vegetatiesamenstelling en het verhoogt de beheerskosten.

Tabel 9: Natuurgerichte streef- en grenswaarden voor stikstof voor een aantal door vermesting bedreigde vegetatietypen.

Vegetatietype	Streefwaarde (kg N/ha)	Grenswaarde (kg N/ha)
Voedselarm (Oligotroof)		
Kleine zeggegemeenschappen (B)[a]	0 - 13	-
Droge heide (B)	< 14	20
Natte heide (B)	< 20	20
Schraallanden (B)	0 - 15	-
Duinen	10 - 20	-
Vennen	5 - 10	-
Naaldbos	6 - 11	14
Loofbossen	6 - 11	20
Matig voedselarm (Mesotroof)		
Dotterbloemhooilanden (B)	20 - 95	-
Blauwgraslanden (B)	80 - 90	-
Zegge- en rietruigten:		
• jaarlijks gemaaid (B)	56 - 70	-
• tweejaarlijks gemaaid (B)	36 - 50	-
• driejaarlijks gemaaid (B)	13 - 27	-
Voedselrijk (Eutroof)		
Kamgrasweiden (B)	-	150
Glanshaverhooilanden (B)	-	150

[a] *B: actief beheerd*

Bron: Runhaar en Goree, 1992[16]; Bobbink et al., 1992[17]; Denneman en Torenbeek, 1987[18].

Natuurgerichte normering voor nutriënten in *oppervlaktewater* moet het voortbestaan van matig voedselrijke, aquatische vegetaties en de hieraan gerelateerde fauna garanderen (tabel 10).

Tabel 10: Natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor oppervlaktewater.

Nutriënt	Streefwaarde	Richtwaarde	Grenswaarde
Totaal N (mg N/l)	*< 1*	-	*< 2,2*
Ammonium (mg N/l)	-	< 0,2	< 1
Ammoniak (mg N/l)	0,02	-	0,2
Nitraat (mg N/l)	1	4	10
Nitriet (mg NO_2/l)	< 0,01	< 0,03	-
Totaal fosfaat (mg P/l)	*0,1*	*0,2*	*0,4*

Bron: CUWVO, 1988[19]; Goree en Runhaar, 1992[16].

Tabel 11 geeft de natuurgerichte streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor grondwater weer. De meeste grondwaterafhankelijke vegetaties worden bedreigd door een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid.

Tabel 11: Natuurgericht streefwaarden, richtwaarden en grenswaarden voor grondwater.

Nutriënt	Streefwaarde	Richtwaarde	Grenswaarde
Nitraat (mg N/l)	2,3	5,6	11,3
Nitraat (voedselarm milieu) (mg N/l)	1	2,3	5,6
Fosfaat (mg P/l)	0,1	0,2 - 0,7	0,4 - 3
Fosfaat (voedselarm milieu) (mg P/l)	0,1	< 0,1	< 0,15

Bron: Denneman en Torenbeek, 1987[18].

3 | Bronnen en oorzaken

Stikstof en fosfor bereiken het milieu hoofdzakelijk via de emissies van gasvormige stikstofcomponenten, lozingen van afvalwateren, bemesting van landbouw- en tuinbouwgronden en het aanwenden van reststoffen op de bodem. Andere bronnen zijn lekken van riolen, septische putten en dergelijke, en uitspoeling van nutriënten vanuit stortplaatsen.

De emissie van stikstof en fosfor gebeurt rechtstreeks naar de lucht, in het oppervlaktewater en op de bodem. Een overmatige aanvoer van nutriënten kan het grondwater verontreinigen. Tabel 12 geeft de emissies van stikstof en fosfor in 1991. Voor het compartiment lucht is de uitstoot van stikstofoxyden en ammoniak het schadelijkst. De lozing van afvalwater in oppervlaktewater door de huishoudens en de industrie is niet de enige bron van nutriëntenaanrijking. Ook de uit- en afspoeling vanuit de bodem moet in beschouwing genomen worden.

Tabel 12: Rechtstreekse emissies van stikstof en fosfor in 1991.

	N	P
	(miljoen kg N)	(miljoen kg P)
Lucht		
• NO_x	55 [a]	
• NH_3	40 [a]	
Oppervlaktewater		
• afvalwater (huishoudens, industrie)	32 [b]	12 [b]
Bodem		
• dierlijke meststoffen	128 [c]	32 [c]
• minerale meststoffen	126 [c]	13 [c]
• reststoffen	7 [d]	4 [d]
Totaal	*388*	*61*

[a] *Bron: VMM, 1993[24].*

[b] *Bron: VMM, Emissiemeetnet[25].*

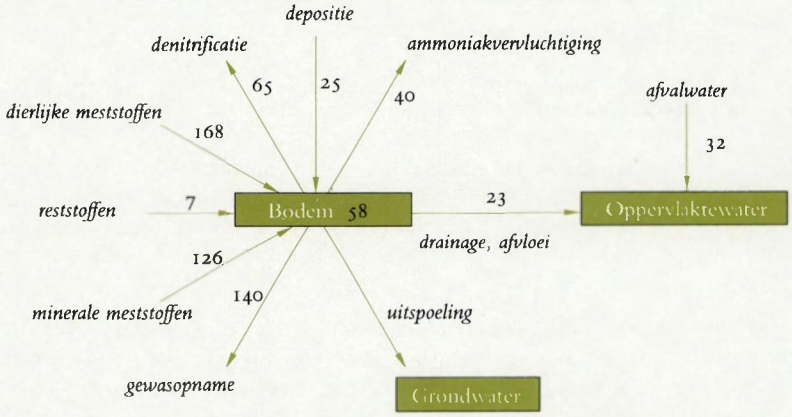
[c] *Bron: NIS[20] en Mestactieplan[13].*

[d] *zuiveringsslib en septisch materiaal. Bron: OVAM, 1990[21]; Ockier, 1989[22].*

Voor de bodem vormt het gebruik van dierlijke en minerale mest de belangrijkste aanvoer van nutriënten. De gewassen nemen een groot gedeelte van de via bemesting toegediende nutriënten op; een andere gedeelte gaat verloren via vervluchtiging, denitrificatie, drainage of afvloeiing. De stikstofbalans van de Vlaamse cultuurbodem toont aan dat 23 % (75 miljoen kg N) van de totale stikstofaanvoer door ammoniakvervluchtiging en via afvoer naar het oppervlaktewater verloren gaat (figuur 5). Er is een *overschot* van 58 miljoen kg stikstof (of *18 % van de totale stikstofaanvoer*). Van deze hoeveelheid stikstof hoopt zich een gedeelte op in de bodem, een ander gedeelte

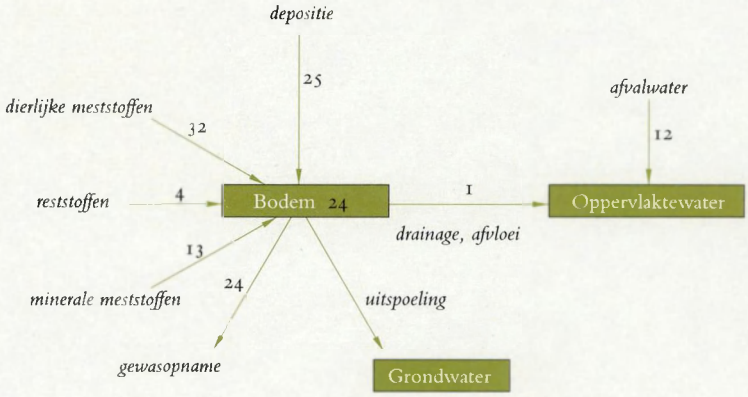
spoelt uit naar het grondwater. Het overschot op de fosforbalans bedraagt 24 miljoen kg P (of *49 % van de totale fosforaanvoer*). Deze hoeveelheid hoopt zich op in de bodem en zal na verloop van tijd het grondwater verontreinigen (figuur 6). Uit figuren 5 en 6 is af te leiden dat er op het niveau van de cultuurbodem sprake is van een *nutriëntenoverschot,* waarbij vooral het fosfaatoverschot in het oog springt.

Figuur 5: Stikstofbalans (in miljoen kg N) van de Vlaamse cultuurbodem in 1991.



De term denitrificatie geeft slechts een globale indicatie en werd vastgesteld op 20 % van de stikstofaanvoer.
De verliezen via drainage, afvloei... zijn de geschatte stikstofverliezen naar het oppervlaktewater door de landbouw in Vlaanderen volgens De Cooman, Scokart en De Borger (1993)[26].

Figuur 6: Fosforbalans (in miljoen kg P) van de Vlaamse cultuurbodem in 1991.



De verliezen via drainage, afvloei, enz. zijn de geschatte fosforverliezen naar het oppervlaktewater door de landbouw in Vlaanderen volgens De Cooman, Scokart en De Borger (1993)26.

De NO_x-emissies vertonen een dalend verloop tot 1985, als gevolg van een toename van het gebruik van kernenergie voor elektriciteitsproduktie. Vanaf 1986 is er opnieuw een stijgende trend in de NO_x-uitstoot aanwezig, vooral veroorzaakt door de toenemende emissie door de elektriciteitscentrales en het verkeer. De ammoniak-uitstoot door de veeteelt nam in de periode vanaf 1980 geleidelijk toe als gevolg van

de uitbreiding van de varkensstapel[24].

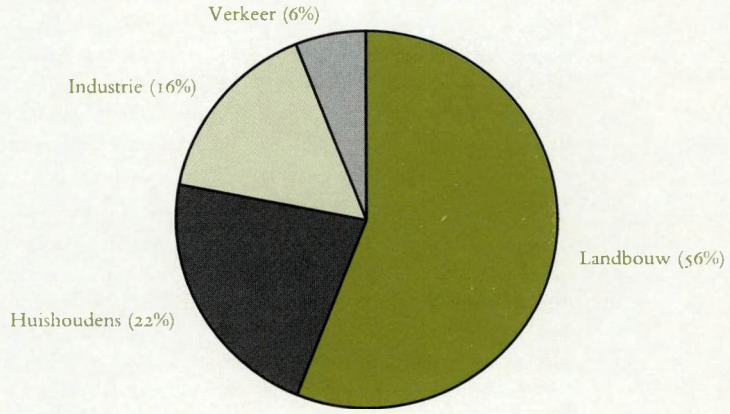
Voor de bodem zijn de aanwending van minerale en dierlijke meststoffen de belangrijkste stikstof- en fosforbronnen. De sterke produktiestijgingen in de landbouw na de Tweede Wereldoorlog zijn onder meer tot stand gekomen door een verhoging van het gebruik van kunstmest. Vooral het gebruik van stikstofmeststoffen is sterk toegenomen van 1950 tot 1990. Het gebruik van fosformeststoffen is langzaam afgenomen vanaf 1970[23].

4. | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van vermesting

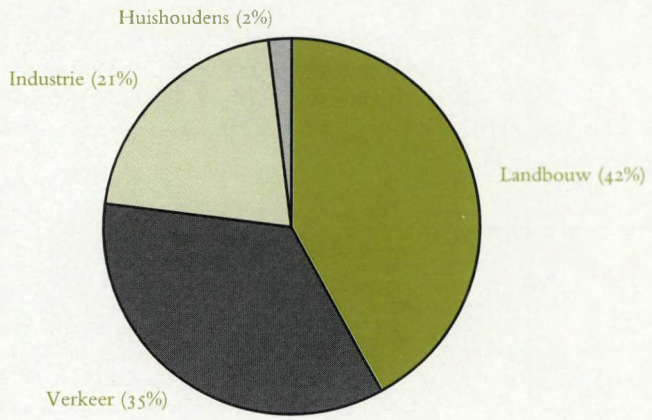
Figuur 7 toont de *netto stikstof- en fosforbelasting van het milieu* (bodem, water, lucht) in Vlaanderen door de doelgroepen landbouw, huishoudens, industrie en verkeer in 1991. Bij de berekening hebben we aangenomen dat het aandeel van stikstof en fosfor in de vermestingsproblematiek niet gelijk is: één kg fosfor draagt evenveel bij als 10 kg stikstof. Het is in deze verhouding dat N en P een bijdrage leveren tot de eutrofiëring van oppervlaktewater. De doelgroep landbouw levert de grootste bijdrage in de netto stikstof- en fosforbelasting van het milieu, vanwege het grote stikstof- en fosforoverschot (zie ook tabel 12 en figuren 5 en 6).

Figuur 7: De bijdrage van de doelgroepen in de netto stikstof en fosforbelasting van het milieu (in 1991).



Figuur 8 toont het aandeel van de doelgroepen landbouw, verkeer, industrie, en huishoudens in de emissie van NO_x en NH_3. Met name de industrie, de elektriciteitscentrales (samen 37 %) en het verkeer (59 %, inclusief het luchtverkeer) zijn verantwoordelijk voor de emissies van NO_x-verbindingen. De rest van de emissie is onder meer afkomstig van gebouwenverwarming. De NH_3-emissies zijn voornamelijk afkomstig van de landbouw. Ammoniak vervluchtigt uit dierlijke mest tijdens de opslag van de mest, bij het toedienen op het land of tijdens de weideperiode.

Figuur 8: De bijdrage van de doelgroepen in de emissies van de stikstofgassen NH_3 en NO_x.



Bron: VMM, 1993[24]

Het aandeel van de landbouw in de belasting van het oppervlaktewater met stikstof is sterk afhankelijk van het beschouwde bekken en van de bemestingsgegevens in het betreffende gebied. Zo is het aandeel van de landbouw in het bekken van de Dijle en de Beneden-Schelde vrij laag (tussen 20 % en 30 %), terwijl het zeer hoog is in het bekken van de Polders, de IJzer en de Maas (tussen 66 % en 73 %). Wat de fosforbelasting van oppervlaktewaters betreft, leveren de huishoudens en de industrie de belangrijkste bijdrage (zie ook III.6 Waterverontreiniging). Het aandeel van de landbouw in de fosforbelasting is duidelijk lager in het bekken van de Dijle en de Beneden-Schelde (tussen 6 % en 7 %) dan in het bekken van de IJzer (46 %)[25].

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Oplossingen vanuit de *landbouw* zijn voornamelijk gericht op de vermindering van het overschot op de stikstof- en fosforbalans. Door een nuttig gebruik van dierlijke mest kan een overmatige aanvoer van nutriënten naar de bodem al voorkomen worden. Kennis van de bemestingswaarde van organische meststoffen leidt tot een beter gebruik en een verantwoorde vermindering van minerale meststoffen. Als de chemische bodemvruchtbaarheid in stand wordt gehouden door een bemesting (organische en minerale meststoffen) die gebaseerd is op de behoefte van de teelt, de teeltrotatie, de bodemeigenschappen en het gehalte aan nutriënten in de bodem, dan wordt een optimale landbouwproduktie gegarandeerd met een aanvaardbaar verlies van nutriënten.

Oplossingen vanuit de *industrie* zijn gericht op de beperking van de emissies van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater en de lucht. De milieubelasting vermindert aanzienlijk wanneer industrieën gebruik maken van emissie-arme produktieprocessen of grondstoffen die arm aan stikstof en fosfor zijn. Als antwoord op de invoering van milieuheffingen levert de industrie nu zelf inspanningen op het vlak van de afvalwaterzuivering.

Voor de *huishoudens* kan een bewust consumptiepatroon bijdragen tot een vermindering van de milieubelasting (bv. fosfaatarme detergenten). Een mentaliteitsverandering ten aanzien van puntlozingen van afvalwater en septisch materiaal kan plaatselijke milieuverstoringen verhinderen. Het installeren van septische putten in ongeriolleerde woonwijken draagt bij tot de vermindering van de milieubelasting.

Het globaal verkeersbeleid zou een verdere vermindering van de milieubelasting door het *verkeer* kunnen realiseren.

De oplossingen die *natuurverenigingen* aanbieden, beperken zich tot de gerichte aankoop van ecologisch kwetsbare gebieden en het aandringen op vrijwillige beheersovereenkomsten.

5 | Maatregelen

5.1 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Curatief

Twee curatieve maatregelen in natuurgebieden zijn: het verwijderen van algen uit vermest oppervlaktewater en een aangepast maaibeheer. Deze maatregelen verhinderen tijdelijk de verschuivingen in soortensamenstelling en de verdringing van soorten.

Bij akkers en weilanden zal een aangepaste bemesting - dit is een bemesting op basis van de bodemvoorraad aan minerale elementen of op basis van de onderlinge verhoudingen van de elementen in de bodem - de ongunstige gevolgen voor de gewasgroei en het vee kunnen voorkomen. Daarnaast kan de voeding van dieren aangepast worden naargelang de hoeveelheid en de verhouding van nutriënten in het voeder. Eventuele tekorten kunnen gecorrigeerd worden door supplementatie met andere voeders of mineralen.

Effectgericht

Voorbeelden van effectgericht maatregelen in natuurgebieden zijn: het begrazen en hooien van graslanden en het verwijderen van de strooisellaag in bossen. In vermeste heidegebieden is plaggen een noodzakelijke maatregel. Door deze maatregel worden nutriënten, aangevoerd via depositie of instromend grond- en oppervlaktewater, uit het milieu verwijderd. Bosbestanden kunnen enigszins beschermd worden door bossen en boomkronen niet uit te dunnen, waardoor eenzelfde nutriëntenbelasting per eenheid oppervlakte staat tegenover een grotere biomassa. Het verhogen van de grondwaterstand kan in bepaalde natuurgebieden een gunstige maatregel zijn, omdat dit de denitrificatie stimuleert. Een hogere grondwaterstand kan echter een verhoging van het fosfaatgehalte met zich meebrengen. Een andere effectgerichte maatregel is het aanleggen van bufferstroken en/of oeverstroken langs waterlopen en grachten in gebieden met een belangrijke afspoeling van nutriënten.

Voor ecologisch gevoelige gebieden en hun eventuele bufferzones is het respecteren van een ecologische normstelling vereist. Mogelijke instrumenten hiertoe zijn vrijwillige beheersovereenkomsten, een gerichte gebiedsverwerving voor natuurbehoudsdoeleinden en een vestigingsbeleid (o.a. afstandsregels) voor producenten van gasvormige stikstofcomponenten.

Ook zouden ecologisch kwetsbare gebieden afgebakend kunnen worden, in combinatie met de invoering van gedifferentieerde immissienormen, die rekening houden met lokaal-regionale uitgangsverschillen en horizontale ecohydrologisch relaties (o.a. relatie infiltratiegebieden - kwelgebieden). Het emissiebeleid dient hierbij afgestemd te worden op het immissiebeleid.

De lokale effecten van vermesting in ongerioleerde woonwijken kunnen verminderd worden wanneer het rioleringsnet verder wordt uitgebouwd, gecombineerd met tertiaire waterzuivering. De woonwijken in de omgeving van kwetsbare waterlopen zouden hiervoor het eerst in aanmerking moeten komen.

Milieu-effecten veroorzaakt door de landbouw worden verminderd door:

- emissie-arme aanwending van dierlijke mest, gecombineerd met uitrijbepalingen;
- uitbreiden van de mestopslagcapaciteit, afdekken van die mestopslag;
- milieuvriendelijke stalsystemen (biofilters, spoelsystemen, enz.);
- transport van mest van bedrijven met mestoverschot naar akkerbouwbedrijven waar de mest nuttig aangewend kan worden;
- verwerking van de mest op bedrijfsniveau (indikking, droging) of grootschalige mestverwerking.

5.2 | Brongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen

Huishoudens en industrie

Een verhoogde controle op de puntlozingen (door huishoudens, KMO's, enz.) in oppervlaktewater is noodzakelijk, aangevuld met kwantitatief onderzoek naar de milieubelasting van lekkende riolen, septische putten, mestkelders en stortplaatsen (zie ook III.6 Waterverontreiniging). Het gebruik van fosfaatarme detergenten moet gestimuleerd worden.

Het aansluiten van het rioleringsnet op zuiveringsinstallaties en de zuivering van afvalwater op bedrijfsniveau zorgt voor een eerder beperkte vermindering van de nutriëntenemissie. Bijkomend dient vooral aandacht besteed te worden aan een ver doorgedreven verwijdering van stikstof (denitrificatie) en fosfor (defosfatering). Dit zorgt voor een belangrijke reductie van de nutriëntenemissie indien ze zowel wordt toegepast in rioolwater- als in industriële zuiveringsinstallaties. Ook kan kleinschalige waterzuivering plaatselijk een daling van de nutriëntenbelasting realiseren (zie ook III.6 Waterverontreiniging).

Sterf- of bezinkputten zouden verplicht aangelegd moeten worden, met eventueel een verplichte afvoer van de inhoud van de putten naar een zuiveringsinstallatie.

Het gebruik van branders met lage NO_x-uitstoot en een optimalisatie van het verbrandingsproces is een belangrijke technologiemaatregel voor de industrie. Meer algemeen is het gebruik van andere grondstoffen (stikstof- en fosfaatarme grondstoffen) en/of het wijzigen van het eindprodukt. Daling van het energiegebruik is een algemene volumemaatregel.

Tenslotte zou de vuilvracht via lozingsvergunningen beperkt moeten blijven; hierbij moet rekening gehouden worden met het debiet en de vuilvracht van de ontvangende waterloop.

Verkeer

Door de toenemende verkeersintensiteit is een nog stijgende NO_x-emissie te verwachten. Emissiebeperkende technieken, zoals het toenemend gebruik van de katalysator en het verbeteren van de brandstofefficiëntie, kunnen deze toenemende uitstoot afremmen. Bovenstaande maatregelen gelden zowel voor het autoverkeer als het vrachtverkeer. Een daling van de verkeerstromen zou een evenredige vermindering van de uitstoot meebrengen. Het globaal verkeersbeleid zou een verdere vermindering van de milieubelasting door NO_x kunnen realiseren.

Landbouw

Het mineralengehalte van dierlijke mest kan verlaagd worden door:

- het verlagen van het mineralengehalte in de veevoeders;
- het verbeteren van de verteerbaarheid van de veevoeders;
- het beter op elkaar afstemmen van de verschillende rantsoenen (eiwitrijk-eiwitarm).

De volgende technologiemaatregelen zijn mogelijk:

- een betere stikstof- en fosforbenutting van de voeders door de invoering van meerfasevoedering, het incorporeren van synthetische aminozuren en het microbieel fytasepreparaat kan de stikstof- en fosforemissie in dierlijke mest verminderen;
- bij rundvee een deel van het eiwitrijk gras vervangen door eiwitarme en energierijke voeders;
- bemesting op maat aan de hand van bodemanalyse, samen met een oordeelkundige aanwending van dierlijke meststoffen.

De emissie op cultuurbodems van mineralen die afkomstig zijn van andere bronnen dan minerale en organische meststoffen (d.i. reststoffen) moeten worden beperkt .

Door het bijhouden van een mineralenboekhouding op bedrijfsniveau kan men een beter inzicht krijgen in de mineralenstromen waardoor de mineralenbalans verbetert. Zo kunnen verliesposten worden opgespoord en kan het mineralenoverschot beter beperkt worden.

Een vermindering van de veestapel zou leiden tot een verdere daling van de nutriëntenproduktie.

Referenties

1 VMM, Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest, Jaarverslag van het immissiemeetnet 1990-1991, Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, 1992.

2 Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE), Metingen van de luchtkwaliteit in de Vlaamse natuurgebieden 1988-1989, 1990.

3 Dumont G., Muylle E., Verduyn G., Statusrapport leefmilieu. Deel 1: De algemene luchtkwaliteit in België, Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, 1990.

4 VMM, Jaarverslag meetnet oppervlaktewater 1992, 1993.

5 Provinciaal Instituut voor Hygiëne, De kwaliteit van het water uit particuliere putten, 1990.

6 De Brabander K., Labeau M., *Water, 36* (1987), 98.

7 Van Damme M., *Bodem, 2* (1993), 55.

8 Vandormael C., Grondwaterkwaliteit in Limburg, AMINAL en Provincie Limburg, 1989.

9 Guns M., Van Elsen Y., De Borger R., *Landbouwtijdschrift, 45 (2)* (1992), 425.

10 Hendrickx G., Boon W., Bries J., Kempeneers L., Vandendriessche H., Deckers S., Geypens M., De chemische bodemvruchtbaarheid van het Vlaamse akkerbouw- en weidareaal 1989-1991, Bodemkundige Dienst van België en de Vlaamse Landmaatschappij, 1992.

11 Geypens M., Graasland en voedergewassen, Deel I Graasland, Cursus Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, KUL, Leuven, 1993.

12 Vanderdeelen J., Boon R., Piot R., Baert L., *Pedologie, 34 (2)* (1985), 191.

13 De Batselier N., Mestactieplan, Vlaamse Landmaatschappij, de Mestbank, 1993.

14 Burns I., *Journal of Soil Science, 25* (1974), 165.

15 Addiscott T. M., Whitmore A. P., Powlson D. S., Farming, fertilizers and the nitrate problem, CAB International, 1991.

16 Gorree M., Runhaar H., Haalbaarheidsstudie natuurgerichte normstelling nutriënten, Centrum voor Milieukunde, Report 88, 1992.

17 Bobbink R., Heil G. W., Raessen M., *Environmental Pollution, 75* (1992), 29.

18 Denneman W., Torenbeek R., Nitraatimmissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse, RIN-rapport 23, Arnhem, 1987.

19 CUWVO, Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren, 1988.

20 Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS), De land- en tuinbouwtelling van 15 mei 1980-

1992.

21 OVAM, Rioolslib en septisch materiaal, Ontwerpplan 1991-1995, 1990.

22 Ockier P., *Water*, 56 (1989), 7.

23 Landbouw Economisch Instituut (LEI), Landbouwstatistisch Jaarboek 1980-1992.

24 VMM, Emissiejaarverslag 1992.

25 VMM, Resultaten Emissiemeetnet Water, Erembodegem, 1992; AWP II - Inventarisatie 1991 (45 rapporten), Erembodegem, 1992.

26 De Cooman P., Scokart P., De Borger R., Kwantificering per hydrografisch bekken van de nutriëntenverliezen naar het oppervlaktewater door landbouwaktiviteit in België, ISO, Tervuren, 1993.

Begeleiders

M. De Coster

G. Janssen, Belgische Boerenbond

D. Paelinckx, Instituut voor Natuurbehoud

Ph. Tavernier, GOM West-Vlaanderen

L. Vanacker, OVAM

J. Van den Broek, VLM

III.4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen

F. Candreva, DNV Industry N.V.

1 | Beschrijving van het thema

Als sterk geïndustrialiseerde regio met een zeer aanzienlijke verkeersdichtheid en een intensieve industriële landbouw en veeteelt draagt Vlaanderen in belangrijke mate bij tot de uitstoot van gevaarlijke stoffen in de milieucompartimenten lucht, bodem en water.

De grootschalige transporten van verontreinigde lucht in de atmosfeer verstoren het milieu. De lange verblijftijden in de atmosfeer en de moeilijke natuurlijke afbreekbaarheid van sommige verontreinigende stoffen hebben als gevolg dat zij verspreid worden over een groot ruimtelijk gebied. Deze milieuproblematiek op *mondiaal niveau* is kenschetsend voor onder andere de vluchtige organische stoffen (VOS), waartoe ook de gechloreerde fluorkoolwaterstoffen (CFK's) behoren.

Bij het atmosferisch transport van verontreinigde lucht functioneren de aërosolen (vaste of vloeibare deeltjes in de lucht) als 'drager' van gevaarlijke stoffen. Kleine stofdeeltjes gedragen zich als een gas en kunnen ver meegesleurd worden over het continent. Grotere (zwaardere) stofdeeltjes worden afgezet nabij de emissiebron. De aërosolgebonden transporten die zich manifesteren op continentaal, regionaal en lokaal niveau zijn kenmerkend voor de zware metalen, dioxinen, polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's), pesticiden en bepaalde radionucliden.

Regionale en lokale milieuproblemen worden ook veroorzaakt door de directe belasting met gevaarlijke stoffen van bodems en waterlopen, als gevolg van industriële activiteiten, de landbouw, de veeteelt, ruimteverwarming, het wegverkeer en het verbruik van goederen.

Bij de selectie van prioritaire gevaarlijke stoffen werd uitgegaan van de lijst stoffen weerhouden door de *Derde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee*[1]. Aanvullend selecteerden we een reeks bijzondere aandachtstoffen die relevant zijn voor Vlaanderen, namelijk de radionucliden (natuurlijke en kunstmatige radioactieve stoffen) en de 'aërosolen'. Deze laatste stofgroep werd toegevoegd vanwege zijn rol als 'drager' van verontreinigende stoffen.

De gevaarlijke stoffen die elders in de themahoofdstukken expliciet besproken worden zijn niet als prioritaire gevaarlijke stof opgenomen in dit themahoofdstuk; het betreft de verzurende stoffen SO_2, NO_x, NH_3 en de gechloreerde en/of gebromeerde fluorkoolwaterstoffen (CFK's en/of BFK's). De luchtkwaliteit in binnenruimten wordt hier slechts kort vermeld.

Tabel 1: Lijst van de geselecteerde prioritaire gevaarlijke stoffen, ingedeeld in 6 groepen.

Stofgroep	Lijst van 36 prioritaire gevaarlijke stoffen (Slotverklaring 3e Noordzeeconferentie, 1990)		Bijzondere aandachtsstoffen
- Vluchtige Organische Stoffen (VOS)	1,2-dichloorethaan	trichloorbenzeen	benzeen
	1,1,1-trichloorethaan	chloroform	
	trichloorethyleen	tetrachloorkoolstof	
	tetrachloorethyleen		
- Onvolledige verbrandings-produkten	dioxinen		koolstofmonoxyde
			PAK's
			benzo(a)pyreen
- Pesticiden	Drins (aldrin, dieldrin, endrin, isodrin)	Atrazin	
	DDT en analogen	Tributyltin	
	Lindaan	Trifenyltin-verbindingen	
	Pentachloorfenol	Azinfos-ethyl	
	Hexachloor-benzeen	Azinfos-methyl	
	Hexachloor-butadiëen	Fenitrothion	
	Trifluralin	Fenthion	
	Endosulfan	Malathion	
	Simazine	Parathion	
	Dichloorvos	Parathion-methyl	
- Zware metalen	arseen	kwik	
	cadmium	nikkel	
	chroom	lood	
	koper	zink	
- Radionucliden			radon
- Aërosolen			fijn stof

Bron: DNV, op basis van de Noordzeeconferentie 1990[1].

1.1 | Mechanismen van verspreiding

Gevaarlijke stoffen geloosd in de *atmosfeer* worden windafwaarts getransporteerd en verder verspreid aangetroffen in de milieucompartimenten lucht, bodem en water. De fractie afgezet op planten en dieren komt via de voeding bij de mens terecht, net als de gesuspendeerde fractie in de lucht, die rechtstreeks wordt ingeademd. Een analoog verspreidingspatroon doet zich voor bij lozing van gevaarlijke stoffen in het *water*. Na verspreiding en afzetting speelt het effect van bioaccumulatie een belangrijke rol bij de overdracht via de voeding naar de mens.

Figuur 1 geeft een vereenvoudigd overdrachtsschema weer, dat ontleend werd aan het verspreidingspatroon van radioactieve stoffen na lozing in de atmosfeer of in het water (aquatisch milieu).

1.2 | Verbanden met andere thema's

Mondiale milieuproblematiek

De emissie van gechloreerde koolwaterstoffen draagt bij tot de aantasting van de tegen UV-beschermende *ozonlaag* in de stratosfeer (zie III.1B) en tot het *broeikaseffect* (zie III.1A).

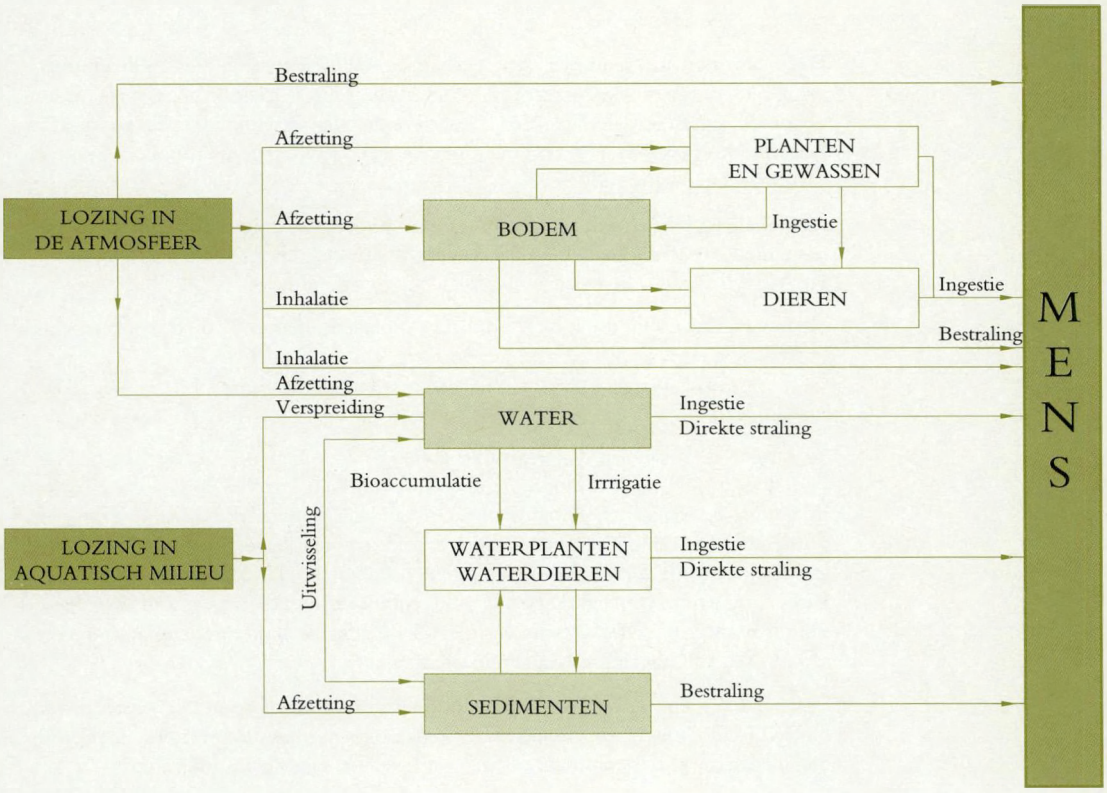
Continentale, regionale en lokale milieuproblematiek

- De vorming van ozon in de atmosferische grenslaag (0-3 km) door inwerking van het

zonlicht op stikstofoxyden in aanwezigheid van vluchtige organische stoffen (VOS) ligt mede aan de basis van het optreden van 'fotochemische luchtverontreiniging' (zie III.2B).

- Het atmosferisch transport van dioxinen, polyaromatische koolwaterstoffen, pesticiden, zware metalen en radionucliden gedragen door aërosolen, veroorzaakt lokale milieuproblemen in Vlaanderen, zwaar verontreinigde bodems nabij metallurgische bedrijven, en de export van verontreinigde lucht en de afzetting van deze stoffen in de Noordzee (zie III.7 Bodemverontreiniging en -aantasting en III.6 Waterverontreiniging).
- De bemesting van landbouwgronden met mengmest, zuiveringsslib en kunstmest gaat gepaard met een extra belasting met zware metalen (zie III.3 Vermesting).
- Bij de uitstoot van sommige VOS door het wegverkeer, de industrie en de consument kan lokaal geurhinder optreden (zie III.9 Hinder: stank).
- Dit themahoofdstuk handelt over de verspreiding van gevaarlijke stoffen en de milieu-effecten bij *normale en geplande omstandigheden*. In hoofdstuk III.10A Hinder: risico's wordt ingegaan op de gevolgen veroorzaakt door *accidentele omstandigheden*.

Figuur 1: Vereenvoudigd schema van lozingen van gevaarlijke stoffen in de atmosfeer en in aquatisch milieu met resulterende overdracht naar de mens.



Bron: DNV[2].

1.3 | Ruimtelijk perspectief

De meeste atmosferische transportprocessen spelen zich af in de onderste laag van de troposfeer, de zogenaamde 'grenslaag' die zich uitstrekt van enkele honderden meter tot enkele kilometers hoog. Een uitzondering hierop vormen bijvoorbeeld de gechloreerde fluorkoolwaterstoffen (CFK's) die door de troposfeer heen dringen tot in de stratosfeer op een hoogte van 20 tot 40 km; hier ontstaat een *mondiaal milieuprobleem.*

De *milieuverontreiniging op continentaal, regionaal en lokaal niveau* wordt in belangrijke mate veroorzaakt door het transport van vaste stofdeeltjes via de atmosfeer. De aërodynamische diameter (d_a) van deze vaste stofdeeltjes bepaalt mede het gedrag, de verblijftijd en geografische verspreiding in de atmosfeer.
Fijne deeltjes ($d_a < 3$ µm) hebben een verblijftijd van enkele uren tot meerdere dagen en kunnen zich verspreiden over grote afstanden (tot enkele honderden km); deze deeltjes worden ook 'zwevend stof' genoemd. De inadembare fractie van de aërosolen bestaat grotendeels uit deze zwevende stofdeeltjes. Voornamelijk deze fijne deeltjes spelen een cruciale rol als drager van een groot aantal gevaarlijke stoffen, onder andere zware metalen, pesticiden, dioxinen, PAK's en radionucliden. Het transport van deze deeltjes over grote afstanden, gevolgd door afzetting en accumulatie via de voedselketen verklaart de aanwezigheid van deze stoffen op intercontinentale schaal, met als gevolg verontreiniging van bossen, bodems, rivieren en zeeën, met in het bijzonder de Noordzee.

Deeltjes groter dan 3 µm (d_a) zijn zwaarder en sedimenteren dichter bij de emissiebron; deze deeltjes hebben een kortere levensduur en worden ook 'neervallend stof' genoemd. Dit neervallend stof resulteert in bodemverontreiniging in de woongebieden rondom bepaalde industriële vestigingen zoals bijvoorbeeld Hoboken, Lommel, Overpelt, Genk, Beerse.

Regionale en lokale milieuverontreinigingen bijvoorbeeld door zware metalen en pesticiden manifesteren zich ook als gevolg van directe en indirecte lozingen in waterlopen en door bemesting en behandeling van bodems.

Het wegverkeer leidt tot zowel regionale als lokale milieuproblemen, voornamelijk in steden.

1.4 | Tijdsperspectief

De lange verblijftijd van de gevaarlijke stoffen in de milieucompartimenten lucht, bodem en water speelt een dominerende rol bij milieu-effecten en de evolutie ervan in de tijd. Een lange verblijftijd door de moeilijke afbreekbaarheid in natuurlijke omstandigheden impliceert een langere nawerking, een langere herstelperiode en een grotere kans voor chemische omzettingen en interacties met andere ecosystemen. Bioaccumulatie is één van de gevolgen hiervan. Een ander aspect vanuit beleidsstandpunt is het naijlingseffect van de waarneembare effecten in het milieu dat optreedt ten aanzien van het tijdsstip van emissiereductie.

In tabel 2 zijn enkele voorbeelden geïllustreerd van gevaarlijke stoffen met hun verblijftijd in het milieu. De afbreekbaarheid van organische stoffen is sterk afhankelijk van het omgevend medium. De opgegeven getallen zijn slechts indicatief.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Vluchtige Organische Stoffen (VOS)

De term *koolwaterstoffen* omvat strikt genomen moleculen die enkel koolstof (C) en waterstof (H) bevatten. *Organische stoffen* bevatten naast koolstof en waterstof eveneens andere atomen zoals zuurstof (O), stikstof (N), chloor (Cl), fluor (F), zwavel (S), fosfor (P) enz.. De term *'VOS'* omvat de organische stoffen die bij omgevingstemperatuur een dampspanning hebben groter dan of gelijk aan 1,33 hPa (1 mm kwik), bij 20°C.

Tabel 2: Verblijftijden van enkele gevaarlijke stoffen/stofgroepen in het milieu.

Stof	Verblijftijd in het milieu
Vluchtige organische stoffen	
- aromatische en alifatische koolwaterstoffen	enkele dagen tot enkele jaren
- chloorfluorkoolwaterstoffen	10 tot 100 jaren
Onvolledige verbrandingsprodukten	
- dioxinen	1 tot 10 dagen in de atmosfeer ; jaren in de bodem
- polyaromatische koolwaterstoffen	uren tot jaren (sterk variabel)
Pesticiden	enkele dagen tot enkele jaren
Zware metalen	onbeperkte duur
Radionucliden	
- natuurlijke radionucliden	duizenden tot miljarden jaren
- kunstmatige radionucliden	dagen tot miljarden jaren

Bron: DNV[2].

In de lijst van 36 prioritaire gevaarlijke stoffen (tabel 1) zijn 6 specifieke VOS opgenomen. In deze lijst wordt benzeen als aanvullende VOS opgenomen als bijzondere aandachtsstof voor de milieuproblematiek in Vlaanderen. Alhoewel methaan strikt genomen tot de groep VOS behoort, wordt deze stof in dit thema niet mee opgenomen onder de term 'VOS'.

Stofeigenschappen en verspreiding in het milieu. *Benzeen* is een kankerverwekkende stof die voorkomt in ruwe olie en benzine (5 %). Benzeen komt in de atmosfeer terecht door verdampingsverliezen op allerlei verbruiksstations en via verbranding van motorbrandstof. De voornaamste blootstel-lingsroutes voor de mens zijn inademing van verontreinigde lucht in steden, tunnels en binnenruimten.
1,2-Dichloorethaan is een tussenprodukt bij de produktie van vinylchloride (basisprodukt voor PVC plastiek) en voor de produktie van gechloreerde solventen (1,1,1-trichloorethaan, trichloorethyleen en tetrachloorkoolstof). 1,2-Dichloorethaan komt in het milieu voornamelijk voor bij de fabriekslocaties (voor Vlaanderen zijn dit Antwerpen en Tessenderlo) en in de uitlaatgassen van motorvoertuigen. De stof is kankerverwekkend.
Trichloorethyleen, tetrachloorethyleen en 1,1,1-trichloorethaan zijn oplosmiddelen (solventen) die voornamelijk toepassing vinden in de stomerijsector, bij metaalontvetting, in drukkerijen en als extractievloeistof in gebruiksgoederen. Deze produkten komen in de atmosfeer via verdampingsverliezen. Hogervermelde stoffen komen eveneens in belangrijke mate voor in binnenluchtruimten.

Milieu-effecten. Vluchtige organische stoffen liggen mede aan de basis van de aantasting van de stratosferische ozonlaag en dragen bij tot de algemene opwarming van de atmosfeer (broeikaseffect). Naast deze mondiale effecten brengen VOS schade toe aan zowel de mens als aan andere organismen en ecosystemen door de toxiciteit van de produkten zelf of via de ontstane reactieprodukten als gevolg van oxydatie in de atmosfeer. Zo zijn ozon en peroxyacetylnitraat (PAN) twee reactieprodukten die bijdragen tot de aantasting van het bosbestand. Vooral de aromatische componenten (stoffen met één of meerdere benzeenringen) staan erom bekend dat ze reactiepro-

dukten in de atmosfeer vormen die toxischer en persistenter zijn dan de oorspronkelijk geloosde stoffen. De blootstellingsrisico's van VOS zijn het meest uitgesproken ten aanzien van vogels en zoogdieren. Voor de mens zijn vooral de kankerverwekkende eigenschappen zorgwekkend (2.2). Over de toxiciteit van VOS ten aanzien van planten en gewassen zijn weinig experimentele gegevens bekend.

Toezicht en meetresultaten voor Vlaanderen. Het automatisch meetnet voor lucht-verontreiniging in *Vlaanderen* voorziet in de meting van het gehalte aan totaal koolwaterstoffen in 7 meetstations; deze meetresultaten geven informatie over de trends in het concentratieverloop en over de maximale halfuurs-gemiddelde concentraties. Daarnaast worden ook metingen verricht voor identificatie van individuele VOS in zogenoemde *risicozones* (dit zijn woonkernen die dichtbij een industriezone liggen en waar VOS te verwachten zijn), namelijk Zelzate, Antwerpse havengebied, Tessenderlo en Maasmechelen. De kwalitatieve samenstelling van VOS in Vlaanderen is op alle meetstations vergelijkbaar : aromatische en alifatische koolwaterstoffen vertegenwoordigen de hoofdfractie, gevolgd door gechloreerde koolwaterstoffen. De hoogste concentratieniveaus voor de alifatische en aromatische koolwaterstoffen worden gemeten in verkeersdrukke omgevingen. De belangrijkste individuele VOS daarin zijn benzeen en gealkyleerde benzeenderivaten (tolueen, ethylbenzeen, xylenen). Dit analysepatroon komt op alle andere meetplaatsen in Vlaanderen voor, maar in lagere concentraties en evenredig met de verkeersintensiteit. (Het verkeer is de voornaamste emissiebron van VOS in Vlaanderen.) In tabel 3 zijn de jaargemiddelde concentraties van VOS weergegeven voor 3 risicozones en voor een verkeersdrukke straat in Brussel (IHE, Kroonlaan). In deze tabel zijn ter vergelijking eveneens de samengevatte resultaten van metingen in de tunnels aan de Reyerslaan en de Leopold II-laan in Brussel opgenomen *(meetperiode 25 januari tot 20 februari 1989).*

Tabel 3: Jaargemiddelde concentraties van VOS gemeten in 3 woongebieden nabij industriële zones, in de binnenstad Brussel en in 2 tunnels in Brussel (24-uur-waarden uitgedrukt in µg/m3, in 1992).

VOS	STABROEK Hoevenen	TESSENDERLO Hofstraat	ZELZATE Chalmetlaan	BRUSSEL Kroonlaan	BRUSSEL Tunnels (d)
Benzeen	3,7	2,7	3,5	10,8	500-1 300
Som arom. KWS (a)	19,1	18,6	17,8	99,5	4 200-10 900
Som alif. KWS (b)	32,6	18,3	27,3	76,1	2 900-6 400
Som chloor KWS (c)	11,8	15,1	7,9	7,9	
Som VOS	63,5	52	53	183,5	7 100-17 300

(a) arom. KWS: aromatische koolwaterstoffen (benzeen, tolueen, xylenen e.a.).

(b) alif. KWS: alifatische koolwaterstoffen (butaan, pentaan, hexaan e.a.).

(c) chloor KWS: gechloreerde koolwaterstoffen (1,2-dichloorethaan | 1,1,1-trichloor-ethaan | trichloorethyleen | tetrachloorethyleen).

(d) Meetcampagne 25/01/89 - 20/02/89.

Bron: IHE[1], VMM[1], WGO[3].

Uit tabel 3 kan men afleiden dat het globaal gemiddeld concentratieniveau van VOS in de stad aanmerkelijk hoger is dan in de risicozones nabij industriegebieden. De vergelijking van deze VOS-gehalten met die gemeten in de tunnels leert ons dat de VOS-concentraties in tunnels 30 à 80 maal hoger zijn dan in de binnenstad en 100 à 300 maal hoger dan in de risicozones. Een acuut probleem van luchtverontreiniging en gezondheidsrisico dringt zich op voor de automobilist in de tunnel. Ter vergelijking merken we hier op dat de waargenomen maximale 24-uur-gemiddelde individuele VOS-gehalten van dezelfde orde van grootte zijn als de 'klassieke' verontreinigende stoffen in Vlaanderen, zoals zwaveloxyden en stikstofoxyden.

Evolutie van VOS-emissies. Bij een onveranderd milieubeleid is tegen het jaar 2000 een significante stijging van VOS-emissies te verwachten, voornamelijk door de stijgende trend van het wegvervoer. Bij gewijzigd milieubeleid met implementatie van een strak emissiereductieplan met 50 % vermindering vanaf 1995 kan een ombuiging van deze trend verwacht worden tegen 2005.

Onvolledige verbrandingsprodukten

De hier bedoelde onvolledige verbrandingsprodukten zijn koolstofmonoxyde (CO) en een hele reeks organische stoffen met meerdere aromatische ringen (benzeenringen) die ontstaan als gevolg van onvolledige verbranding van organisch materiaal. De meeste aandacht gaat hier uit naar de 'polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)' en de 'dioxinen'.

Het probleem met betrekking tot *koolstofmonoxyde* situeert zich voornamelijk op lokaal vlak en doet zich in acute vorm zowel in binnenruimten voor als in de omgevingslucht, vooral bij onvoldoende ventilatie en slechte meteorologische omstandigheden. Op spitsuren variëren de concentraties van koolstofmonoxyde in de grote steden van 21 tot 54 mg/m³; deze halfuurswaarden liggen in de nabijheid van de grenswaarde vastgelegd door de Wereld-Gezondheidsorganisatie[5] (60 mg/m³) en overstijgen deze waarde tijdens filevorming in de tunnels.

Polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's) is de verzamelnaam voor een honderdtal produkten die meerdere benzeenringen als basisstructuur hebben; benzo(a)pyreen (B(a)P) is de meest bekende en tegelijk ook de meest toxische uit de reeks. PAK's zijn slecht oplosbaar in water, weinig vluchtig en zijn steeds gebonden aan vaste stofdeeltjes zoals roet. PAK's ontstaan bij onvolledige verbranding van organische brandstoffen zoals hout, cokes, kolen en motorbrandstof. De voornaamste blootstellingsroutes voor de mens zijn via inademing, sigaretterook en via de voeding (vooral gerookte voedingswaren).
Met betrekking tot *PAK's* bestaan geen directe gegevens over het kankerverwekkend vermogen voor mensen, echter wel voor dieren. Er wordt aangenomen dat benzo(a)pyreen de hoogste carcinogene potentie heeft uit de stofgroep PAK's.

Dioxinen is een verzamelnaam voor polychloordibenzo-para-dioxinen en polychloordibenzofuranen (PCDD's en PCDF's). Het betreft een groep van in totaal 210 tricyclische aromatische verbindingen, waarbij het 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7-8- TCDD) de meest toxische stof vertegenwoordigt. De totale giftigheid van dioxinenmengsels wordt uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ) van 2,3,7,8-TCDD. Dioxinen zijn apolaire verbindingen die niet of nauwelijks oplossen in water, ze zijn weinig vluchtig en stabiel bij hoge temperaturen (thermische afbraak vindt pas plaats bij temperaturen boven 750 °C). Dioxinen komen voor in alle verbrandingsprocessen in aanwezigheid van chloor: huisvuilverbranding is de voornaamste emissiebron, daarnaast worden zij gevormd bij brand of pyrolyse van polychloorbifenylen (PCB's) en gechloreerde aromaten (bijvoorbeeld met pentachloor-fenol behandeld hout), in de basismetaalindustrie, bij kolenstook en autoverkeer.
Dioxinen zijn in de omgevingslucht overwegend gebonden aan atmosferisch stof (aërosolen), alhoewel zij ook ten dele voorkomen in de gasfase. Het feit dat ze zich bij voorkeur binden met kleine stofdeeltjes verklaart het transport van dioxinen over grote afstanden. Een belangrijk deel van de atmosferische uitstoot van dioxinen uit Vlaanderen bereikt via droge en natte depositie de Noordzee. De totale depositie van dioxinen voor Vlaanderen wordt geraamd op 117 gram per jaar. Deze relatief hoge depositie op de bodems in Vlaanderen verklaren dat de voeding een belangrijke blootstellingsroute vertegenwoordigt. In vergelijking met het buitenland zijn de dioxinegehalten in melk hoger. Dit impliceert echter niet dat er zich in Vlaanderen een gezondheidsprobleem voordoet.

Uit tabel 4 kan men afleiden dat België en Nederland koplopers zijn voor West-Europa voor wat dioxineconcentraties betreft. In stadslucht en in residentiële zones komen verhoogde PAK-concentraties (hier uitgedrukt als benzo(a)-pyreen) voor; plaatselijke emissies door het wegverkeer en residentiële verwarming zijn de voornaamste bronnen.

Tabel 4: Overzicht van waargenomen omgevingsluchtconcentraties van dioxinen en benzo(a)pyreen in België en enkele andere Westeuropese landen.

Meetplaats	Dioxinen 10^{-15} g TEQ/m³ (a)		Benzo(a)pyreen 10^{-9} g/m³	
	gemid.	(min.-max.)	gemid.	(min.-max.)
België:				
- Landelijke zone			11	(6-16)
- Residentiele zone	160	(100-255)	34	(20-24)
- Industriezone			21	(12-38)
- Steden			34	(20-64)
- Tunnels (Brussel)				(14-29)
België	23	(12-67)		
Nederland	25	(12-62)		
Duitsland	14	(7-41)		
Verenigd Koninkrijk	8	(1-21)		
Denemarken	5	(3-7)		
Noordzee	5	(1-58)		

(a) Dioxine-concentratie uitgedrukt in Toxische Equivalenten (TEQ) van het 2, 3, 7, 8 - TCDD (de meest toxische van alle dioxinen).

Bron: De Fré R., 1993[6], RIVM[7].

PAK's worden zowel in gasvormige toestand als geadsorbeerd aan aërosolen in de lucht geëmitteerd. De hoogste omgevingsluchtconcentraties en deposities van PAK's komen voor dichtbij de bron. Dit wordt ook bevestigd door metingen uitgevoerd door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie in de nabijheid van cokesbedrijven (Zeebrugge en Vilvoorde). De B(a)P concentraties varieerden van 350 tot 2000 nanogram/m³, de totale concentraties PAK's varieerden van 3 900 tot 23 300 nanogram/m³. Deze concentratieniveaus liggen een factor 10 tot 100 hoger dan de gemiddelde niveaus in Vlaanderen en een factor 1000 boven het landelijk achter-grondniveau. Naast deze lokale risicofactoren zijn de belangrijkste blootstellingsroutes voor PAK's verwarming met open haarden, inhaleren van sigaretterook en voeding.

Evolutie. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat de emissies van dioxinen door huisvuilverbranding zullen afnemen na het jaar 2000 in het kader van het Afvalstoffenplan van de Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij. Een drastische emissiereductie dringt zich op in de sectoren verbranding van ziekenhuisafval en industriële afvalovens enerzijds, en in de basismetallurgie (ferro en non-ferro) anderzijds. Tegen 2010 kan mits er een aangepast beleid komt een reductie van 80 % gehaald worden. Met betrekking tot PAK's dient de evolutie van de milieu-effecten te worden gezien in het kader van de evolutie van de drie voornaamste bronnen, namelijk ruimteverwarming, verkeer en produktie van cokes. De cokesproduktie in Vlaanderen is reeds gedaald door de sluiting van de fabriekslocatie in Vilvoorde. Ruimteverwarming met houtkachels wordt steeds meer vervangen door verwarming met aardgas hetgeen een positieve evolutie inluidt. Daarenboven legt VLAREM II een emissiebeperking op bij verbrandingsprocessen. Het wegverkeer echter stijgt in belangrijke mate. Hier dienen gecombineerde maatregelen te worden overwogen (curatieve, procesgeïntegreerde e.a.). Een significante emissiereductie is voor PAK's

haalbaar tegen het jaar 2000, mits er een aangepast beleid wordt gevoerd vanaf 1995.

Pesticiden

De term pesticiden omvat de stoffen die als bestrijdingsmiddelen worden aangewend tegen onkruid (herbiciden), insekten (insecticiden) en schimmels (fungiciden).

Stofeigenschappen, milieu-effecten en verspreiding in het milieu. Van de 36 prioritaire stoffen zijn er 20 die als pesticiden gebruikt worden. Hiervan zijn er in België 5 verboden nl. DDT, DRINS, azinphos-ethyl, parathion-methyl en de kwikverbindingen. De arseen- en koperverbindingen worden momenteel geëvalueerd met betrekking tot aanwezigheid, gebruiksdoeleinden en giftigheid. De 13 pesticiden uit tabel 1 die in België gebruikt worden in de landbouw en/of voor niet-landbouwtoepassingen zijn giftig tot zeer giftig voor vissen; de meeste zijn ook matig tot zeer giftig voor algen. Door de sterke adsorptie aan de bodemdeeltjes en de lage oplosbaarheid in water zijn de meeste van de 13 pesticiden weinig uitloogbaar. De meeste pesticiden zijn niet vluchtig; een uitzondering hierop is dichloorvos.

Insekticiden. Het meest gebruikte insektenbestrijdingsmiddel is het *organochloorinsekticide* lindaan. Deze stof is wijd verspreid in oppervlaktewater, waterbodems en afvalwater. Een tweede groep veel gebruikte pesticiden zijn de *organofosforinsekticiden* parathion en dichloorvos. Parathion wordt voornamelijk in de landbouw gebruikt en komt slechts in zeer geringe mate voor in water vanwege zijn biologische afbreekbaarheid. Dichloorvos wordt overwegend gebruikt voor niet-landbouwtoepassingen zoals behandeling van granen in silo's en voor huishoudelijk gebruik onder de vorm van 'strips'. Deze stof is goed oplosbaar in water en komt mede door het hoog verbruik zeer regelmatig en in belangrijke mate voor in het oppervlaktewater in Vlaanderen.

Fungiciden. De meest gebruikte schimmelbestrijdingsmiddelen in Vlaanderen zijn de trifenyltinverbindingen, voornamelijk aangewend bij de aardappelziektebestrijding. Resten van deze stoffen werden teruggevonden in oppervlaktewater evenals in mosselen en baarzen. Pentachloorfenol houdt gezondheidsrisico's in bij het gebruik als houtbeschermingsmiddel in binnenruimten.

Herbiciden. De meest gebruikte totaal onkruidbestrijdingsmiddelen zijn simazine en atrazine. Beide stoffen komen veelvuldig voor in oppervlaktewater, doch in geringe mate in het drinkwater in Vlaanderen.

De meest courante *toepassingswijze* van pesticiden gebeurt door bespuitingen, waarbij de lucht als voornaamste transportmedium dienst doet. Algemeen wordt aangenomen dat bij pesticidebehandelingen op planten meer dan 80 % uiteindelijk niet op de bedoelde plaats (bijvoorbeeld op het bladoppervlak) terecht komt en dus eigenlijk niet effectief is. Via vervluchtiging komt een gedeelte van de gespoten dosis in de atmosfeer terecht en vervolgens door depositie in de Noordzee. Een gedeelte migreert via de bodem naar het grondwater of spoelt met de regen af naar het oppervlaktewater. Uiteindelijk komt na chemische omzettingen en afbraakprocessen een gedeelte in de Noordzee terecht.

Een uitgebreid onderzoek naar de *aanwezigheid* van pesticiden in onze waterlopen (BMM[9]) heeft de aanwezigheid van lindaan, endosulfan, atrazine, simazine, pentachloorfenol en dichloorvos aangetoond in significante hoeveelheden in de Maas, de IJzer en de Schelde. Voor atrazine en simazine werden in meer dan de helft van de onderzochte stalen overschrijdingen van de drinkwaternorm (0,1 µg/l) vastgesteld. Tevens is gebleken dat de hoogste concentraties van deze pesticiden werden gevonden aan de Frans-Belgische grens bij het binnenstromen in ons land. Op enkele uitzonderingen na zijn de concentraties pesticiden in de waterlopen bij het verlaten van het Belgisch grondgebied aanmerkelijk lager dan bij het binnenstromen. Fenomenen zoals afbraak en natuurlijke verdunning verklaren deze evolutie.

Pesticide-residu's zijn alom aanwezig in ons voedselpakket: in fruit, zuivelprodukten, vlees en vleeswaren, vis, eieren, eiprodukten enz.. Een specifiek aspect van pesticiden is het vermogen tot bioaccumulatie in de voedselketen; organochloorpesticiden stapelen zich op in vetten. Lage pesticide-concentraties in het aquatisch milieu kunnen uiteindelijk leiden tot sterk verhoogde concentraties bij waterdieren en visetende vogels.

Evolutie van de milieu-effecten. In het kader van een duurzame ontwikkeling op landbouwvlak ligt het binnen de verwachtingen dat het pesticide-gebruik in zijn geheel zal dalen. Deze trend zal zich niet onmiddellijk manifesteren voor alle pesticiden, doch wel geleidelijk indien er aangepaste beleidsmaatregelen worden uitgevoerd[10].

Zware metalen

Van de 103 gekende elementen in de natuur worden er een 80-tal beschouwd als 'metaal'. Vanuit biotoxicologisch standpunt wordt de volgende definitie gehanteerd: een metaal is een element dat in biologisch significante hoeveelheden door afgifte van één of meerdere electronen een positief ion kan vormen. Zware metalen zijn metalen met een atoommassa hoger dan 20. De zware metalen die de Noordzeeconferentie als prioritaire aandachtstoffen aanduidt zijn: arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood, nikkel en zink.

Stofeigenschappen en milieu-effecten. Zware metalen die in de atmosfeer worden geloosd komen na transport via stofdeeltjes weer op de bodem terecht door natte of droge depositie. Uitstoot van zware metalen in de atmosfeer leidt tot lokale lucht-en bodemverontreiniging; afhankelijk van de ondergrond en de ligging van het grondwaterniveau treedt waterverontreiniging op. Zware metalen worden in het biologisch milieu geaccumuleerd (men spreekt van bioaccumulatie). De belangrijkste blootstellingsroutes voor de mens zijn via inademing en via de voeding; in specifieke gevallen (bijvoorbeeld voor lood) is orale opname een kritieke factor voor de volksgezondheid. De mogelijke gevolgen voor de mens zijn sterk afhankelijk van de aard, de chemische vorm van het metaal, de opnameweg, de ingenomen dosis en het blootstellingspatroon (acuut of chronisch). Chroom, koper, mangaan en zink worden beschouwd als 'essentiële' elementen. Men spreekt van een essentieel element als aangetoond is dat een storing in een biochemisch proces optreedt bij afwezigheid ervan; bij een te hoge concentratie echter kunnen toxische effecten voorkomen. De andere metalen arseen, cadmium, kwik, lood en nikkel worden ronduit als toxische metalen beschouwd. De gevolgen voor de volksgezondheid worden verder onder 2.2 besproken.

Verspreiding van zware metalen in Vlaanderen. De concentraties *in de omgevingslucht* van de zware metalen gemeten in landelijke en suburbane gebieden zijn over het algemeen zeer laag[4]. De geleidelijk dalende tendens van de loodcentraties in de lucht van de grote agglomeraties zet zich voort als gevolg van het toenemend gebruik van loodvrije benzine. *Het 'Meetnet Zware Metalen'* omvat een dertigtal stations in Vlaanderen, waarbij de volgende locaties in aanmerking zijn genomen : kernen van grote agglomeraties (Antwerpen en Gent), residentiële en landelijke zones (Hasselt, Gent, Bredene, Desteldonk, Willebroek), de omgeving van staalfabrieken (Zelzate, Genk, Vilvoorde) en de omgeving van non-ferrobedrijven (Hoboken, Beerse, Olen, Tienen, Noord-Limburg).

In een aantal industriële zones en meer in het bijzonder in de nabijheid van metallurgische bedrijven komen nog steeds verhoogde concentraties voor, waarbij een aantal kwaliteitsdoelstellingen, opgesteld door het IHE (afgeleid van de streefwaarden opgesteld door de Wereld-Gezondheidsorganisatie), regelmatig overschreden worden. In 1991-92 was dit onder meer het geval voor arseen, cadmium en lood te Hoboken en te Beerse; voor nikkel in de omgeving van de staalnijverheid te Genk.

De emissies van de non-ferrobedrijven in Noord-Limburg (Lommel en Overpelt) resulteren in verhoogde concentraties van zink, cadmium, lood en nikkel. De gehanteerde IHE-kwaliteitsdoelstellingen worden echter niet overschreden.
In de omgeving van de non-ferro industrie in Olen worden eveneens verhoogde concentraties van zink en lood waargenomen. Hier zijn in 1992 geen overschrijdingen meer vastgesteld in vergelijking met de voorgaande jaren.

In de onmiddellijke omgeving van non-ferrobedrijven doet zich een ernstig probleem van *stofdepositie* (neervallend stof) voor dat gepaard gaat met aanzienlijke depositie van zware metalen in de woonkernen grenzend aan deze metallurgische bedrijven. Diffuse en andere niet-geleide emissies (o.a. opwaaiend stof van opslagplaatsen op de bedrijfsterreinen) zijn meestal de oorzaken van de lokale bodemverontreiniging. De vastgestelde en verwachte waarden van neervallend stof worden minder goed beheerst dan die voor het zwevend stof. De evolutie in de tijd van neervallend stof is minder goed verklaarbaar en minder voorspelbaar. Ter illustratie worden in de figuren 2 en 3 de lood- en cadmiumdeposities op enkele locaties in Vlaanderen weergegeven.

De VLAREM-richtwaarde voor lood (250 µg/m²/dag) wordt enkel in de industriezone Hoboken permanent met een factor 10 tot 30 overschreden. De jaargemiddelde lood-deposities in de agglomeraties Antwerpen - Brussel - Gent zijn de laatste 2 jaar iets lager dan de richtwaarde; in het referentiestation aan de kust worden gewoonlijk waarden tussen 10 en 100 µg/m²/dag waargenomen. De cadmiumdepositie rond de industriezone Hoboken blijft stagneren rond 100 µg/m².dag hetgeen nog 20 maal hoger is dan de VLAREM richtwaarde (5 µg/m²/dag). De laatste jaren wordt in de 3 vermelde agglomeraties de richtwaarde niet overschreden. Aan de kust schommelt de waarde tussen 1 en 3 µg/m²/dag (figuur 3). Voor de streek rond de metallurgische bedrijven te Beerse is de situatie vergelijkbaar met die van Hoboken: aanzienlijke overschrijdingen van de lood-en cadmiumrichtwaarden worden vastgesteld. In Noord-Limburg is de problematiek meer toegespitst op de aanwezigheid van zink in zeer sterk uitgesproken depositiewaarden. De vermelde metallurgische bedrijven hebben een historisch nalatenschap met zich meegebracht die moeilijk weg te cijferen valt in de nabije toekomst.

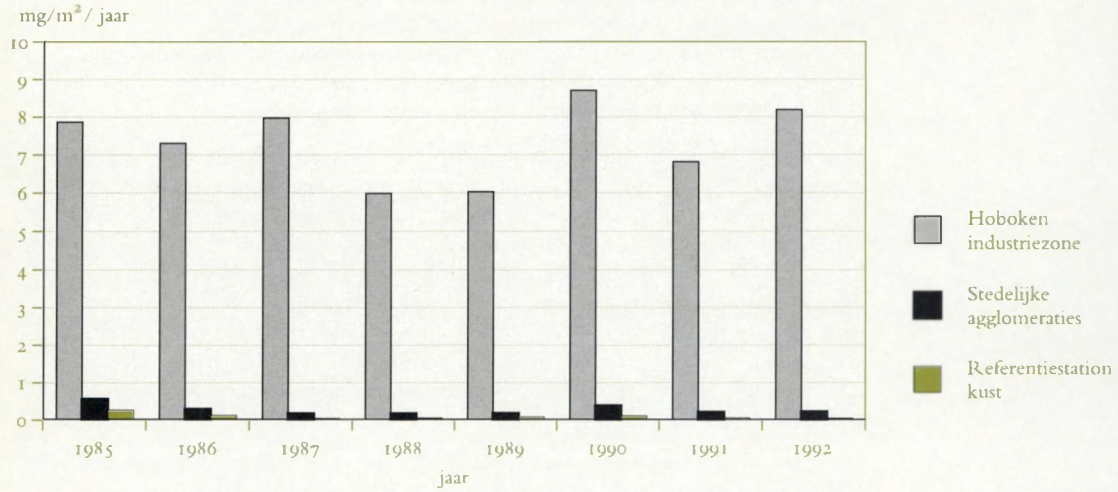
Radionucliden

Radionucliden of radioactieve elementen kenmerken zich door hun vermogen om spontaan straling of deeltjes uit te zenden; hierbij verandert het element van massa en/of atoomnummer. Straling is op onze planeet alomtegenwoordig. Men kan een onderscheid maken tussen *natuurlijke en antropogene / artificiële* (door de mens voortgebracht) radionucliden.

Kosmische straling van hoge energie geeft door interactie met materie in de atmosfeer aanleiding tot secundaire straling die het aardoppervlak bereikt en tot de vorming van de natuurlijke cosmogene radionucliden zoals tritium (H-3), koolstof-14 (C-14) en beryllium (Be-7). Door integratie in de biologische cycli resulteert dit in een inwendige stralingsblootstelling bij de mens.

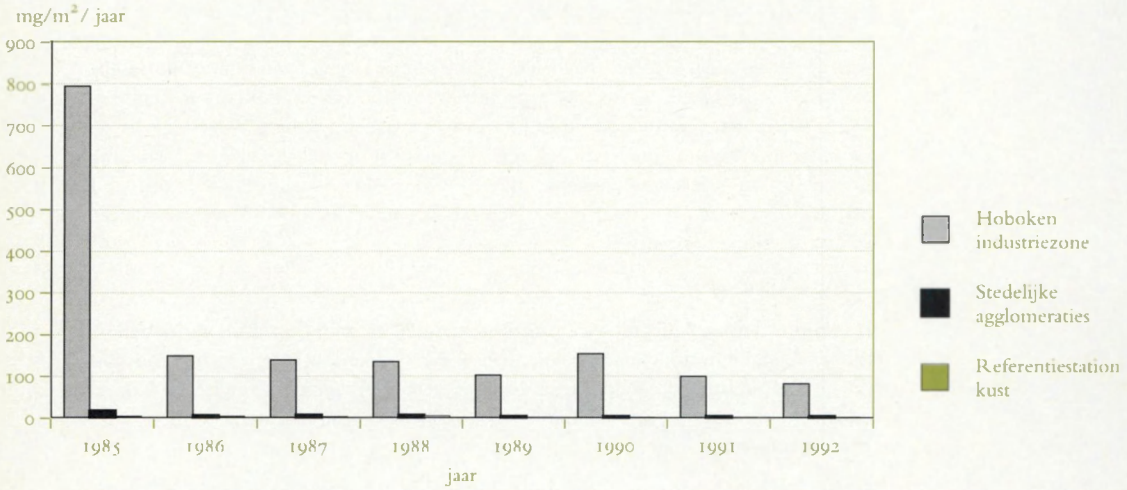
Een tweede stralingsbron van natuurlijke oorsprong is de *aardstraling*: het betreft radionucliden met zeer lange halfwaardetijd (1 miljard jaar of meer), zoals kalium (K-40), rubidium (Rb-87), uranium (U-238) en thorium (Th-232). De dochterprodukten van U-238 maken deel uit van een spontaan en continu lopende radioactieve vervalreeks die eindigt met de vorming van een stabiel element. Eén van de radioactieve tussenprodukten is het gasvormig element radon (Rn-222). Deze laatste veroorzaakt uitwendige bestraling van de mens (via bodemstraling en bouwmaterialen) evenals inwendige bestraling (via inhalatie en ingestie).

Figuur 2: Looddeposities in Vlaanderen.



Bron: DNV[12].

Figuur 3: Cadmiumdeposities in Vlaanderen.



Bron: DNV[12].

Honderd jaren geleden was de natuurlijke straling de enige straling waaraan de mens was blootgesteld. De industriële revolutie heeft daar verandering in gebracht. De stralingsbelasting is door toedoen van de mens zeer sterk gestegen. De radionucliden die de mens heeft voortgebracht kan men onderverdelen in fissieprodukten en activatieprodukten.

Fissie- of splijtingsprodukten kwamen op grote schaal in het milieu terecht als gevolg van talloze bovengrondse en ondergrondse kernexplosies, voornamelijk in de ontwikkelingsfasen tot 1965. Het aantal kernproeven is de laatste 20 jaar sterk afgenomen. Sindsdien hebben steeds meer nucleaire toepassingen in de industrie, geneeskunde en onderzoek hun intrede gedaan, met als gevolg dat *activeringsprodukten* van

kernreactoren (reactieprodukten van neutronen met kernbrandstof) als nevenprodukten ontstonden. Enkele typische radionucliden die wij nu als milieubelastend beschouwen zijn de langlevende radionucliden strontium (Sr-90), cesium (Cs-137) en tritium (H-3).

Stofeigenschappen en verspreiding in het milieu. *Radon* is een radioactieve stof die ontstaat bij radioactief verval van uranium (U-238) uit de aardkorst. Radon is een edelgas en gaat dus geen chemische bindingen aan; het kan zich vrij bewegen en vanuit de aardbodem de atmosfeer bereiken. Radon vervalt op zijn beurt tot een metaal (polonium) dat zich in de longen afzet. Hierbij worden alfa-deeltjes vrijgezet die de slijmvliezen aantasten waardoor longkanker ontstaat. Uit de studie van RUG[13] blijkt dat de radonconcentraties in de Ardennen, de Condroz en de streek tussen Samber en Maas hoger zijn dan in Vlaanderen, tengevolge van het verschil in bodemgesteldheid.
De radonconcentraties in de binnenlucht worden sterk beïnvloed door het al dan niet aanwezig zijn van een goede ventilatie; de radonproblematiek is dus voornamelijk een probleem voor binnenruimten.
Andere radionucliden die in het milieu in Vlaanderen voorkomen zijn afkomstig van residu's uit de bouwnijverheid, kunstmeststoffenindustrie, de ertsverwerkende nijverheid, de verbranding van steenkool die zowel atmosferische emissies van radionucliden voortbrengt als de vliegasreststoffen die naar de bouwnijverheid gaan voor hergebruik. Lozingen in oppervlaktewateren door de nucleaire industrie en de fosfaatindustrie belasten het milieu via de voedselketen.

Radiologisch toezicht. Het radiologisch toezicht gebeurt in opdracht van de Dienst voor Bescherming tegen Ioniserende Stralingen (DBIS) en wordt beheerd door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE), het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK-CEN) en het Instituut voor Radio-elementen (IRE). Het algemeen toezichtsprogramma is afgestemd op de controle van de verspreiding in het milieu van enerzijds radioactieve lozingen in de atmosfeer, en anderzijds radioactieve lozingen in het aquatisch milieu.

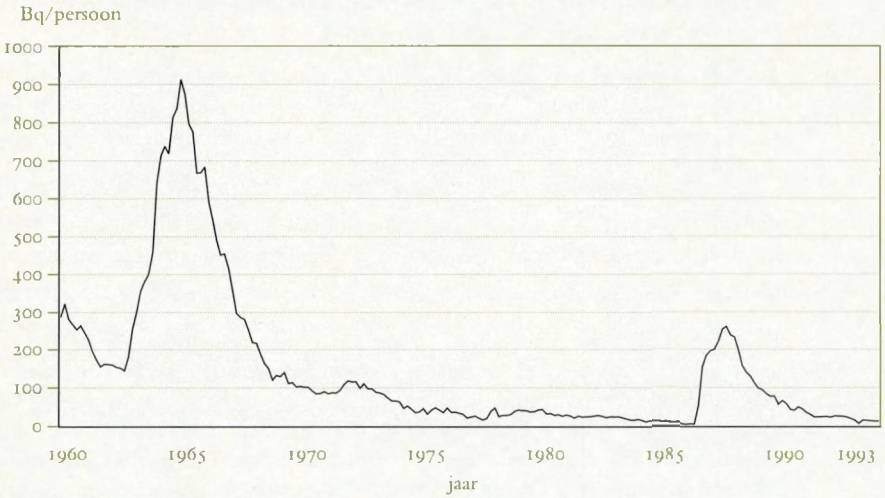
De radioactiviteit van de *waterlopen* in Vlaanderen vormt op dit ogenblik geen probleem voor de volksgezondheid. De radioactiviteit van het water van de Grote Laak/Nete tussen Tessenderlo en Lier is echter nog steeds zorgwekkend door de aanwezigheid van Ra-226 in concentraties die de grenswaarde (7 Bq per liter) benaderen. De Belgische kunstmestindustrie vormt een belangrijke bron van radioactiviteit in de Schelde.

De concentraties van radionucliden in het *mariene milieu* (Noordzee) leveren geen significante waarden op voor de onderzochte bioindicatoren (vissen, mossels en garnalen)[14].

De radioactiviteit van *luchtstof en neerslag* is sterk teruggevallen sinds het stoppen van bovengrondse kernproeven. De piekwaarden vastgesteld na de Tsjernobyl-ramp zijn reeds lang uitgevlakt voor wat de kortlevende isotoop I-131 betreft; de kleinere stralingsdosis afgegeven door het langlevend isotoop Cs-137 (halveringstijd 30 jaar) zal zich echter nog geruime tijd manifesteren.

Melk is een goede biologische indicator voor de meting van de radioactieve besmetting van de voedselketen. Het weerspiegelt de opname van kunstmatige radionucliden door de bevolking. De impact van de kernproeven en van Tsjernobyl op de Belgische bevolking wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 4, die de evolutie van de besmetting toont per persoon voor niet-beroepshalve blootgestelde personen in de streek Mol-Dessel.

Figuur 4: Evolutie van de lichaamsbesmetting met cesium (Cs-137) bij niet-beroepshalve blootgestelde personen, in de streek van Mol.



Bron: Govaerts P., 1993[15].

De eerste piek uit de figuur illustreert de radioactieve besmetting als gevolg van de fall-out (stofuitval) van bovengrondse kernproeven rond 1964; de tweede piek is te wijten aan de besmetting door het kernreactorongeval van Tsjernobyl. De meeste besmettingen (meer dan 50 %) worden veroorzaakt door besmet voedsel. Cesium-137 is de belangrijkste indicator van radioactieve besmetting omdat het in splijtingsprodukten voorkomt en een lange halfwaardetijd heeft (30 jaar in atmosfeer, 110 dagen in het menselijk lichaam). De figuur illustreert tevens het effect van de stopzetting van bovengrondse kernproeven vanaf 1965.

Aërosolen

Aërosolen zijn vaste of vloeibare deeltjes die in de lucht voorkomen. Omdat aërosolen dragers zijn van gevaarlijke stoffen wordt er veel belang aan gehecht bij het opstellen van beleidsmaatregelen. Immers, door het aërosol-gehalte (zwevend-stof gehalte) in de omgevingslucht te reduceren, zullen als gunstig neveneffect vele gevaarlijke stoffen in mindere mate in omgevingslucht aanwezig zijn.

Verspreiding en evolutie van milieu-effecten. Het verloop van het gehalte aan zwevend stof in Vlaanderen vertoont vanaf de jaren '80 een lichte stijging, waarschijnlijk tengevolge van het stijgend aantal dieselvoertuigen (zie III.2A Verzuring). Deze stijgende trend wordt voortgezet en wordt voornamelijk toegeschreven aan de verdere toename van de verkeersdichtheid. Een permanente opvolging van het zwevend-stofgehalte wordt verzekerd door het 'Zwavel-Rook'- en het Automatisch Meetnet, thans uitgebaat door de Vlaamse Milieu Maatschappij. Opvallend in Vlaanderen zijn de zones rond cokesfabrieken (Zeebrugge en voorheen Vilvoorde) waar de kwaliteitsdoelstellingen voor zwevend stof frequent overschreden worden. Een belangrijke relatie wordt gelegd tussen hoge concentraties aan PAK's en het zwevend-stofgehalte in verkeersdichte omgevingen (tunnels en steden).

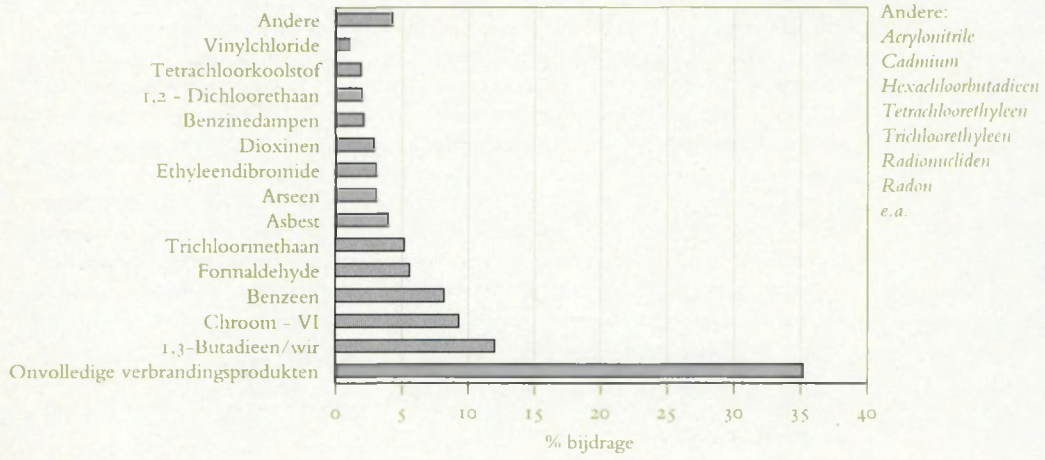
2.2 | Gevolgen

Het zoeken naar stofspecifieke relaties tussen blootstelling en gevolgen voor de gezondheid is zinvol voor toxicologisch onderzoek (vastleggen van dosis-respons factoren); in de dagelijkse praktijk komen proefdieromstandigheden echter zeer zelden voor en worden wij geconfronteerd met een cocktail van honderden agentia of risicofactoren. Samen met deze milieuverstorende elementen wordt de volksgezondheid beïnvloed door een groot aantal exogene factoren : de woonomgeving, leefgewoonten (alcoholgebruik, roken, medicatie), voedingsgewoonten enz.. Er is kennis voor en inzicht in gevaarlijke stoffen en de relaties met blootstellingswegen en mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid nodig voor een betere beheersing van de milieurisico's (tabel 5). Acute gevolgen van milieuverontreiniging voor de volksgezondheid komen in Vlaanderen regelmatig voor en vertonen daarbij een meestal voorspelbaar tijds- en plaatsgebonden patroon; temperatuurinversies beïnvloeden in sterke mate het acuut karakter van luchtverontreiniging in bepaalde industriezones. Vlaanderen heeft - mede door zijn industriële bedrijvigheid in de metallurgie (non-ferro) en zijn aandeel in cokesfabrieken - lokale milieuproblemen, de zogenaamde 'hot spots'. Hierbij aansluitend is de *leefbaarheid in de grote Vlaamse steden tot een uiterst cruciaal aandachtspunt uitgegroeid.*

In tabel 5 kan men leren dat aërosolen veelal drager zijn van een aantal gevaarlijke stoffen en dat aan deze stoffen dikwijls kankerverwekkende eigenschappen worden toegeschreven. Een studie van de EPA[16] geeft aan welke stoffen de verwekkers zijn. Deze studie was gebaseerd op 1 700 kankergevallen geregistreerd in de VS in het jaar 1986 (equivalent met 7 kankergevallen per jaar per miljoen inwoners). Figuur 5 illustreert de samengevatte resultaten. Uit de figuur blijkt dat in de VS 5 stoffen/stofgroepen samen instaan voor 70 % van het aantal kankergevallen als gevolg van blootstelling aan deze stoffen in omgevingslucht. De onvolledige verbrandingsprodukten zijn de belangrijkste verwekkers van kanker door chemische stoffen. Deze onvolledige verbrandingsprodukten (in de VS ook 'products of incomplete combustion', of PIC's genoemd), bestaan uit een groot aantal stofgebonden componenten, die voornamelijk zijn samengesteld uit polycyclisch organisch materiaal. Hierbij wordt ook gerefereerd naar PAK's met benzo(a)pyreen als hoofdindicator voor het kankerverwekkend karakter van de onvolledige verbrandingsprodukten. Alhoewel gelijkwaardige onderzoeksresultaten niet direct beschikbaar zijn voor Vlaanderen, wordt de relevantie van de bevindingen bevestigd door een Europees onderzoek (CEC[17]) dat aangeeft dat lokale en regionale omgevingslucht-concentraties van organische componenten in Europa dermate hoog zijn dat het risico voor kanker hoger is dan 1×10^{-4} (1 persoon op 10 000 gedurende gehele levensduur).

Het enige gevolg van *dioxinen* dat bij mensen met zekerheid werd aangetoond, is het optreden van de huidaandoening 'chlooracne' als gevolg van blootstelling aan 2,3,7,8-TCDD; bij acute blootstelling komen maag-darmstoornissen voor. Bij de huidige blootstellingsniveaus van dioxinen in Vlaanderen zijn noch via inademing, noch via opname van besmet voedsel nadelige gevolgen te verwachten. Ook voor aquatische ecosystemen worden de risico's voor schade eerder beperkt geacht gezien de relatief lage concentraties in de aquatisch milieus in Vlaanderen. Alhoewel 2,3,7,8-TCDD kankerverwekkend is voor proefdieren is er onafdoende bewijs voor het kankerverwekkend karakter ervan bij mensen.

Figuur 5: Bijdrage tot het aantal kankergevallen door de externe blootstelling aan gevaarlijke stoffen uit omgevingslucht, geregistreerd in de VS in 1986 (uitgedrukt in % op een totaal van 1 700 kankergevallen).



Bron: EPA[16].

Tabel 5: Overzicht van de prioritaire gevaarlijke stoffen en relatie met de blootstellingswegen en mogelijke gevolgen op de volksgezondheid.

Gevaarlijke stof(groep)	Blootstellingsweg/ kritisch aspect/bron	Mogelijke gevolgen voor de Volksgezondheid
VOS		
- benzeen	acute blootstelling	neurotoxische symptomen
	chronische blootstelling	leukemie (bloedkanker), IARC-1
1,2-dichloorethaan	inademing / acute intoxicatie	kankerverwekkend IARC-2B
- trichloorethaan	inademing	kankerverwekkend IARC-3
- trichloorethyleen	inademing	kankerverwekkend IARC-3
- tetrachloorethyleen	inademing	kankerverwekkend IARC-2B
- trichloormethaan	inademing	kankerverwekkend IARC-2B
Onvolledige verbrandingsprodukten		
- koolstofmonoxyde	inademing	hoofdpijn + duizeligheid
		dood + perinatale effecten
- dioxinen	huidcontact / ingestie	chlooracne (huidaandoening)
- benzo(a)pyreen	inademing / ingestie	longkanker (IARC-1)
Bestrijdingsmiddelen		
	inademing / voedsel / accidenteel	meestal dodelijk bij acute inname grote dosis
Zware metalen		
- Arseen	inademing / anorganisch / aërosol	longtumor
	ingestie / anorganisch	huidtumor
- Cadmium	inademing / aërosol / acuut	longaantasting
	ingestie / chronisch	beschadiging nieren / lever / skelet
- Chroom	Cr(VI) / aërosol	kankerverwekkend IARC-1
- Koper	inademing / accuut	long- en leveraantasing
- Kwik	inademing / elementair kwik	longen en centraal zenuwstelsel
	ingestie / anorganisch kwik	nier- en darmbeschadiging
	voeding / organisch kwik	aantasting hersenen

- Nikkel	ingestie	kankerverwekkend IARC-2
	huidcontact	allergie
	inademing / carbonyl nikkel	astma en irritaties
- Lood	ingestie / acuut / bodemstof / kinderen	gastro-intestinaal en hersenen
	inademing / aërosol / chronisch	bloedarmoede en aantasting centraal zenuwstelsel
	inademing / aërosol	bloedaantasting
- Zink	metaaldamp	koorts
Natuurlijke radionucliden		
- Kalium (K-40)	lucht / bodem / water / voeding	late gevolgen (a)
- Uranium (U-238) + vervalprodukten	lucht / bodem / water / bouwmaterialen	late gevolgen (a)
- Thorium (Th-232) + vervalprodukten	lucht / bodem / water / bouwmaterialen	late gevolgen (a)
- Tritium (H-3)	lucht / bodem / water	late gevolgen (a)
- Koolstof (C-14)	lucht / bodem / water	late gevolgen (a)
- Beryllium (Be-7)	lucht / bodem / water	late gevolgen (a)
- Radon	lucht / bodem	longkanker door inademing vervalprodukten
Artificiële radionucliden		
- Tritium (H-3)	water	
- Iodium (I-131)	water / lucht / melk / gewassen	late gevolgen (a)
- Cesium (Cs-137)	water / lucht / melk / gewassen / vlees e.a. voeding / bodem	late gevolgen (a)
- Strontium (Sr-90)	water / lucht / melk / gewassen / voeding / bodem	late gevolgen (a)
- Cobalt (Co-60)	lucht / bodem / water	late gevolgen (a)
- Plutonium (Pu-239)	lucht / bodem	late gevolgen (a)
- Americium (Am-241)	lucht / bodem	late gevolgen (a)
- Radium (Ra-226)	lucht / bodem / water	late gevolgen (a)

IARC: International Agency for Research on Cancer.
IARC 1: bewezen kankerverwekkend voor de mens.
IARC 2A: waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens (onvoldoende bewezen voor de mens, voldoende bewezen voor proefdieren).
IARC 2B: mogelijk kankerverwekkend voor de mens, bewezen voor dieren.
IARC 3: niet classificeerbaar m.b.t. kankerverwekkend karakter.
(a) late effecten: inductie van kanker en/of genetische effecten.
Bron: DNV[2].

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen en internationale afspraken

Milieukwaliteitsdoelstellingen

Op regionaal niveau zijn de emissie- en immissie-richtwaarden van VLAREM de belangrijkste; op federaal niveau bestaan er nog algemene grenswaarden (SO_2, NO_x, zwevend stof, ozon). Voor wat de prioritaire stoffen betreft, zijn er met uitzondering van lood in omgevingslucht geen immissiegrenswaarden vastgelegd. De richtlijnen van de Wereld-Gezondheidsorganisatie worden dan ook als leidraad gebruikt. Tabel 6 geeft een overzicht van actueel geldende kwaliteitsdoelstellingen voor lucht in Vlaanderen. Voor bodem en water wordt verwezen naar III.7 Bodemverontreiniging en -aantasting en naar III.6 Waterverontreiniging.

Internationale afspraken inzake milieubeleid

Op internationaal niveau zijn er bindende afspraken gemaakt om de vervuiling van de Noordzee terug te schroeven (Derde Noordzeeconferentie[1]) voor de geselecteerde reeks gevaarlijke stoffen:

- Een algemene emissievermindering van 50 % of meer moet bereikt worden voor lozingen in rivieren/estuaria voor elk van de 36 prioritaire stoffen (tabel 1) en voor atmosferische emissies tegen 1995, of uiterlijk in 1999, mits toepassing van de best beschikbare technieken, met inbegrip van het gebruik van strenge emissienormen.
- Voor stoffen die een grote bedreiging vormen voor het mariene milieu, en ten minste voor dioxinen, kwik, cadmium en lood, moeten tussen 1985 en 1995 verminderingen bereikt worden in de totale toevoer (via alle routes) met 70 % of meer, door gebruikmaking van de Beste Beschikbare Technieken (BAT) die weinig afval produceren en/of door toepassing van de Beste Milieuveilige Handelwijze bij *diffuse bronnen en puntbronnen*.
- Voorts moet gestreefd worden naar 50 % -ten opzichte van 1985- reductie van de hoeveelheden *pesticiden* die de Noordzee bereiken.

De deelnemende landen, waaronder België, hebben als algemeen uitgangspunt aangenomen dat alle schadelijke stoffen (gedefinieerd als moeilijk afbreekbaar, toxisch en bio-accumulerend) die het mariene milieu zouden kunnen bereiken onder deze reductiemaatregelen moeten vallen.

Tabel 6: Overzicht van kwaliteitsdoelstellingen voor omgevingslucht in Vlaanderen.

Gevaarlijke stof/stofgroep	Kwaliteits-doelstelling (a)		Eenheid	Bronvermelding
VOS				
- 1,2-dichloorethaan	700		µg/m3	WGO
- trichloorethyleen	1000		µg/m³	WGO
- 1,1,1-trichloorethaan	-			
- tetrachloorethyleen	5000		µg/m³	WGO
- benzeen	0	(a)		WGO
Onvolledige verbrandingsprodukten				
- koolstofmonoxyde				
halfuurswaarde	60		mg/m³	
1-uurswaarde	30		mg/m³	WGO
8-uurswaarde	10		mg/m³	WGO
max. 15 min.	100			
- dioxinen	0	(a)		
- benzo(a)pyreen	0	(a)		
Pesticiden: geen doelstellingen voor luchtkwaliteit				
Zware metalen				
- arseen (jaargemidd.)	0,02	(c)	µg/m³	WGO / IHE
- cadmium (jaargemidd.)	0,02	(b)	µg/m³	WGO
	5,00		µg/m².d	VLAREM II
- chroom	-			
- koper	-			
- kwik	-			
- nikkel	0,02	(c)	µg/m³	IHE
- lood	2,00		µg/m³	KB 03/08/1984
	0,50	(b)	µg/m³	WGO / IHE
	250,00		µg/m².d	VLAREM II
Radionucliden	5	(d)	mSv	KB 28/02/1963
Aërosolen				

zwevend stof			
mediaan, jaarbasis	80	µg/m³	EEG
mediaan, winter	130	µg/m³	EEG
98 percentiel, jaarbasis	250	µg/m³	EEG

(a) voor kankerverwekkende stoffen is geen benedengrens vastgesteld (geen no-effect level)[5]

(b) richtwaarden vastgelegd door de Wereld-Gezondheidsorganisatie (WGO)[5]

(c) IHE kwaliteitsdoelstelling vastgelegd voor risicoschatting[4]

(d) ARAB limietwaarde voor niet-beroepshalve blootgestelde personen; deze waarde heeft betrekking op blootstelling aan ioniserende straling afkomstig van kunstmatige radionucliden. De ioniserende straling van natuurlijke en kosmische oorsprong is hierbij niet meegerekend.

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Kwantificering van emissies in de atmosfeer

Vluchtige organische stoffen

Tabel 7 duidt het verkeer aan als belangrijkste emissiebron van VOS. De natuur (bossen) in Vlaanderen draagt slechts voor 3,6 % bij.

Tabel 7: Emissies van VOS in Vlaanderen (status 1992).

Emissiebron/ Maatschappelijke activiteit	Gemiddelde emissie in kton/jaar	% aandeel
Wegverkeer	151	48,9
Gasdistributie	28	9,1
Chemische industrie	27	8,7
Huishoudelijk verbruik	18	5,8
Metaalnijverheid	15	4,9
Houtnijverheid (verven en lijmen)	14	4,5
Raffinaderijen (inclusief op- en overslag)	14	4,5
Ontvetten van metalen	8	2,6
Bouwnijverheid	8	2,6
Tankstations	7	2,1
Verbrandingsprocessen	6	1,9
Droogkuisbedrijven	2	0,6
Natuur	11	3,6
Totaal	*309*	*100,0*

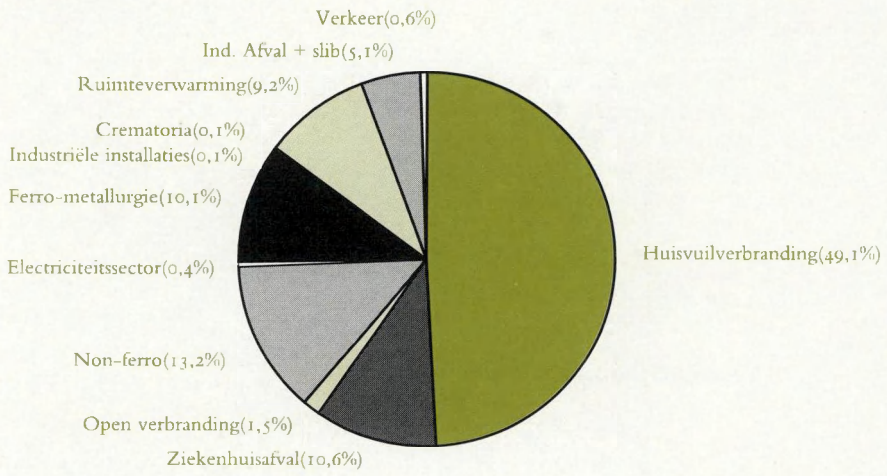
Bron: DNV[2].

Onvolledige verbrandingsprodukten

De geraamde emissies van dioxinen en polyaromatische koolwaterstoffen in Vlaanderen zijn weergegeven in figuur 6 en 7. Van de emissies van koolstofmonoxyde is geen globale emissiebalans beschikbaar. De uitstoot van CO, veroorzaakt door energiegebruik,wordt voor 90 % toegeschreven aan het wegtransport (zie IV.8 Verkeer en vervoer).

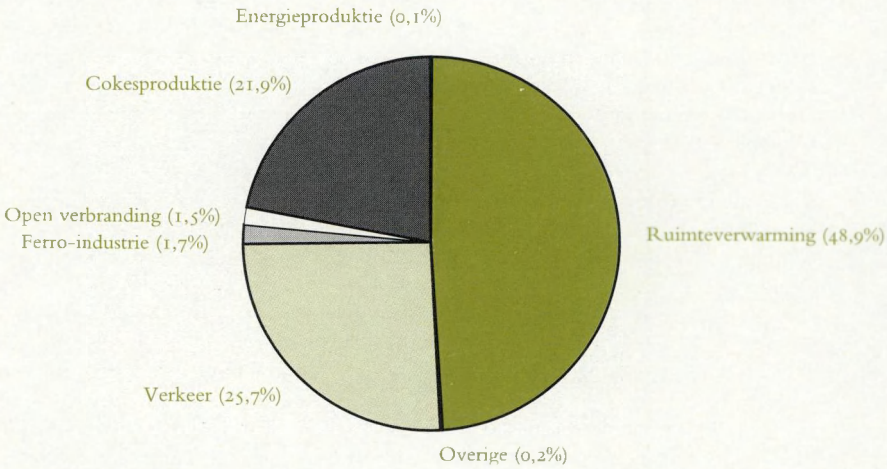
Uit figuur 6 blijkt dat huisvuilverbranding de belangrijkste bron van dioxinen vertegenwoordigt, gevolgd door de non-ferrosector, verbranding van ziekenhuisafval en ruimteverwarming.

Figuur 6: Dioxinen-emissies in Vlaanderen, uitgedrukt in TEQ/jaar (status 1991).



Totaal: 0,41 kg TEQ dioxinen in 1991.
Bron: De Fré R., 1993[6].

Figuur 7: PAK-emissies in Vlaanderen, uitgedrukt in ton/jaar (status 1991).



Totaal: 103 ton PAKs in 1991.
Bron: De Fré R., 1993[6].

Ruimteverwarming is de grootste bron van emissies van polyaromatische koolwaterstoffen in Vlaanderen, gevolgd door het verkeer. De cokesproduktie met twee belangrijke locaties in Vlaanderen had een bijdrage van 22 %. De cokesproduktie in Vilvoorde is ondertussen afgebouwd. Van het totaal emissiepakket aan PAK's bestaat 3,5 % of 3,6 ton uit benzo(a)pyreen, de meest kankerverwekkende van de PAK's.

Pesticiden

De emissies van pesticiden in de atmosfeer kunnen als dusdanig niet gekwantificeerd worden vanwege het complexe karakter van verspreiding in de milieucompartimenten lucht, bodem, water en vanwege de bioaccumulatie. BMM raamde de emissie naar de atmosfeer op 191 ton[9]. In vergelijking met de totaal verkochte hoeveelheid pesticiden in België in 1992 betekent dit dat er minder dan 2 % rechtstreeks in de atmosfeer terechtkomt. Gegevens over de verdeling landbouwkundig en niet-landbouwkundig gebruik ontbreken.

Zware metalen

Tabel 8: Geraamde atmosferische emissies van zware metalen in Vlaanderen. (in ton/jaar).

Industriesector of maatschappelijke activiteit	Zware metalen (a)								
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Verkeer	0	(2,1)	(1,3)	(17,5)	-	(3)	(14)	166	(180)
Chemie	-	(17,6)	(0,05)	-	(0,15)	-	-	(25,8)	-
IJzer en staal	(0,4)		(5,4)	(5,5)	(0,20)	(0,5)	(6)	(55,3)	(32)
Non-ferro	3,4	2	-	12,7	0,05	-	0,6	30,3	75,6
Energie	0,6	0,01	0,7	0,6	0,4	2,1	1,2	0,4	2,3
Vuilverbranding	(0,2)	(1,6)	(10)	(3,3)	(2,0)	(1,5)	(9,4)	(43,8)	(43)
Ruimteverwarming	(0,5)	(0,5)	(1,0)	(0,5)	(-)	(-)	(12,5)	(1,1)	(0,7)
Totaal	(5,1)	(24,8)	(18,5)	(40,1)	(2,8)	(7,1)	(50,8)	(322,7)	(333,6)

(a): de cijfers tussen haakjes betekenen dat het enkel om indicatieve gegevens gaat; globale inventarisaties zijn actueel nog niet beschikbaar. Enkel van de non-ferro- en energiesector zijn globale cijfers beschikbaar.
Bron: EIVR[1], Fed. Non-ferrometalen[15], Electrabel[19].

Radionucliden

De gemiddelde stralingsbelasting in België wordt geschat op 4,3 mSv per jaar; de natuurlijke straling vormt veruit het grootste gedeelte (3,5 mSv). Voor deze natuurlijke radioactiviteit (straling) levert radon de belangrijkste bijdrage (2,35 mSv). Van de kunstmatig veroorzaakte radionucliden zijn de geneeskundige toepassingen de belangrijkste, slechts een zeer kleine fractie is afkomstig van accidentele emissies (zoals radio-actieve neerslag van kernproeven) (figuur 8). Ter vergelijking: de mondiaal gemiddelde stralingsbelasting van natuurlijke oorsprong bedraagt 2,8 mSv/jaar, waarbij Nederland met 1,9 mSv/jaar de laagste activiteit vertoont en Finland met 7 mSv/jaar de hoogste van Europa (CEC)[22].

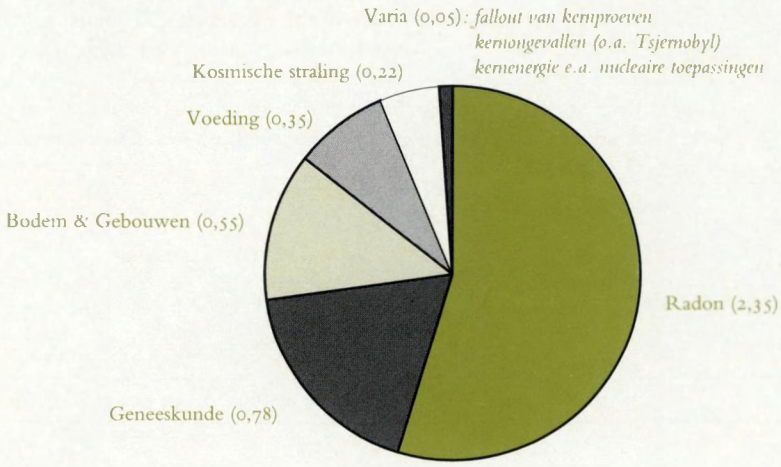
3.2 | Kwantificering van emissies naar de bodem

Naast de atmosferische deposities zijn voornamelijk de emissies van zware metalen door het aanbrengen van meststoffen en zuiveringsslib op landbouwbodems significant.

Op basis van recente gegevens uit het Mestactieplan (MAP, 1993) en gehalten aan zware metalen in de diverse mengmeststoffen en zuiveringsslib werd de bodembelasting met zware metalen berekend (tabel 9).

In tabel 9 worden koper, zink en mangaan beschouwd als essentiële metalen voor bemestingsdoeleinden. Het grootste gedeelte zal door de gewassen opgenomen worden. Dit is niet het geval voor lood, cadmium, kwik, chroom en nikkel die als toxisch worden beschouwd.

Figuur 8: Bijdrage van de belangrijkste bronnen van ioniserende straling tot de totale stralingsbelasting van de Belgische bevolking (uitgedrukt in milliSievert per jaar).



Bron: Vanmarcke H.[13]

Tabel 9: Emissies van zware metalen naar de bodem als gevolg van bemesting (in ton) (status Vlaanderen, 1992).

Metaal	Jaarlijkse bodembelasting, in ton/jaar			
	mengmest	zuiveringsslib	kunstmest	totaal
Cd	1,73	0,03	1,93	3,7
Cr	17	0,5		19,7
Cu	652	4		660,8
Hg	0,26	0,02		0,3
Ni	25,9	0,5		26,4
Pb	20,8	2,7		23,5
Zn	1 308	13		1 321

Bron: Compilatie door DNV[2] *van gegevens afkomstig van MAP (1993), van Renterghem en Verstraete (1991), Aquafin (1992).*

3.3 | Kwantificering van emissies naar het water

Een overzicht van emissies van gevaarlijke stoffen naar het water is weergegeven in tabel 10 met opgave van vergunde vuilvrachten (AMINAL-BMV)[21] en van gemeten vuilvrachten (VMM)[20]. Voor de meeste stoffen zijn de vergunde vuilvrachten een factor 2 à 26 maal hoger dan de gemeten vuilvrachten. Het grote verschil tussen de vergunde en gemeten vuilvrachten voor cadmium (factor 18) en kwik (factor 26) wijst op een abnormale situatie. Ofwel is de gemeten vuilvracht reëel en is derhalve een te grote vuilvracht toegestaan, ofwel stemt de gemeten vuilvracht niet overeen met de werkelijkheid en loost men globaal genomen meer dan op basis van de steekproefsgewijze genomen watermonsters blijkt; in het laatste geval krijgt de exploitant een te laag heffingsbedrag opgelegd. Er zijn daarom meer controles op geloosde vrachten naar het oppervlaktewater vereist.

Aanvullend onderzoek is hier meer dan gewenst omdat het gaat om 2 prioritaire gevaarlijke stoffen waarvoor de lozingen in het mariene milieu (met 1985 als basis) met 70 % dienen te worden verminderd tegen 1995 (verbintenis met betrekking tot de Derde Noordzeeconferentie).

Tabel 10: Emissies naar het water (ton/jaar). Status 1992 voor Vlaanderen.

Emissies van		Vergunde vuilvrachten	Gemeten vuilvrachten
Zware metalen	As	49,4	3,5
	Cd	44,5	2,4
	Cr	256	32,2
	Cu	158	48,6
	Hg	6,14	0,23
	Ni	196	51,9
	Pb	102	33,5
	Zn	553	208
Organische stoffen	Trichloorbenzenen	0,66	-
	Perchloorethyleen	2,02	-
	Trichloorethyleen	11	-
	Fenolen	1 454	-
	PAK	54,9	-
Pesticiden	'DDT'	0,32	-
	'DRINS'	0,21	-

- = niet gemeten.

Bron: Compilatie door DNV[2] van gegevens afkomstig van AMINAL-BMV[21] en VMM[20].

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van de emissies

We lichten in tabel 11 de belangrijkste maatschappelijke activiteiten toe in relatie tot de milieuverstoring die zij teweegbrengen door de emissie van gevaarlijke stoffen.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Uit tabel 11 en op basis van de huidige kennis van zaken zijn 5 doelgroepen geselecteerd die prioritair de aandacht vragen voor emissiebeperkingen, namelijk:

- verkeer;
- industrie (non-ferro, staal, cokesproduktie);
- landbouw;
- ruimteverwarming;
- huisvuilverbranding.

5 | Maatregelen en instrumenten

Bij het selecteren van maatregelen voor uitvoering van emissiereducties dient de hoogste prioriteit te worden gegeven aan die maatregelen die het grootste volume aan positieve neveneffecten ('spin-off') naar andere deelgebieden met zich meebrengen. Zo zal een globale reductie van de stofuitstoot van verbrandingsinstallaties voor huisvuil positieve neveneffecten hebben voor de uitstoot van zware metalen en dioxinen.

Tabel 11: Relatie maatschappelijke activiteiten en milieuverstoringselementen.

Maatschappelijke activiteit	Milieuverstorende stoffen	Aandeel in %
Verkeer	VOS	47,5
	Lood	51,4
	PAK's	25,7
	CO	***
Energieproduktie (elektriciteitscentrales)	Hg	(14,3)[a]
	As	(11,8)
Chemische industrie	VOS	8,5
	C	***
	Pb	(8)
Raffinaderijen	VOS	4,4
Non-ferro	As	(67)
	Cd	(8,1)
	Cu	31,7
	Pb	9,4
	Zn	22,7
	dioxinen	13,2
IJzer en staal	As	7,8
	Cu	(13,7)
	Cr	(29)
	Cd	(4)
	Hg	(7,1)
	Ni	(11,8)
	Pb	(17,1)
	Zn	9,6
Ruimteverwarming	PAK's	48,9
	Benzo(a)pyreen	68,4
	As	(9,8)
	Ni	24,6
Huishoudelijk	VOS	5,7
	pesticiden	***
Huisvuilverbranding	dioxinen	49,1
	zware metalen	***

(a): de cijfers tussen haakjes geven aan dat het cijfer een raming is.

*De codering *** duidt aan dat een significant aandeel wordt vermoed, de grootte ervan is niet gekend.*

Zoals eerder vermeld ontbreken de gegevens over de relatie landbouwactiviteit en gevaarlijke stoffen (zware metalen en pesticiden) voor een interpretatie naar aandelen in percent.

Bron: DNV[2].

Tabel 12: Specifieke maatregelen en instrumenten per groep gevaarlijke stoffen en gericht op de weerhouden prioritaire doelgroepen.

Beoogde reducties en maatregelen.	Doelgroep (a)	Aard (b)
VOS		
1. Invoering 3-weg katalysator op benzinewagens (emissiereductie van lood, stikstofoxyden, koolstofmonoxyde, VOS).	VKR	B
2. Dampretoursystemen bij tankstations (emissiereductie).	VKR	P
3. Inventarisatie van emissies door het verkeer (kennisverhoging actuele	VKR	I

werkelijke emissies in Vlaanderen, vertrekpunt voor de opzet van een globaal emissiereductieplan voor Vlaanderen, gelijkaardig aan het KWS-2000 Project in Nederland).		
4. Globale mobiliteitsstudie voor Vlaanderen, met hoofdaccent op de grote steden.	VKR	I
5. Stimuli voor filebestrijding.	VKR	I, (P)
6. Brandstof- en rendementsverbeteringsstudies (emissiereducties voor benzeen en andere VOS).	VKR	I, (P)
7. Tunnelventilaties.	VKR	P
8. Stimuli voor gebruik openbaar vervoer.	VKR	I, (P)
9. Emissienormen verlagen in overeenstemming met de Europese uitworpnormen.	VKR	I
10. Dampretoursystemen opslagtanks.	IND	P
PAK's		
1. Invoering van de geregelde driewegkatalysator.	VKR	B
2. Invoering van een roetfilter voor dieselvoertuigen (aërosolemissie en PAK's worden gereduceerd).	VKR	B
3. Emissie-eisen opleggen voor aërosolen aan uitlaat van voertuigen.	VKR	B
4. Emissie-eisen voor open haarden en houtkachels.	RVW	B
5. Opleggen van typekeuring van nieuwe open haarden.	RVW	P
6. Aangepast stookgedrag aanmoedigen bij gebruikers van open haarden en houtkachels.	RVW	P
7. Produktgerichte beleidsmaatregelen invoeren door bijvoorbeeld verbieden van houtverduurzaming met creosoot-olie.	IND	P
8. Emissiekontroles opvoeren in de cokesproduktie.	IND	I
9. Emissie-eisen aktualiseren in de cokesproduktie.	IND	I
Dioxinen		
1. Optimalisatie en aanpassing van huisvuilverbrandingsinstallaties door aanvullende natte rookgasreiniging.	HVV	B
2. Emissie-eisen en emissiekontroles bij de aluminiumnijverheid (hersmelting).	IND	B
3. Emissiekontroles en emissie-eisen bij vuilverbranding van ziekenhuizen aktualiseren/uitvoeren. Natte rookgasreiniging invoeren.	ZKH	B, P
4. Dioxine-emissies situeren in kader van het Globaal Afvalstoffenbeleid van OVAM.		I
Pesticiden		
1. Het propageren van de biologische landbouw in het licht van het aanbieden van hoogkwalitatieve voeding met lage pesticide-residu's.	LDB	P
2. Betere toepassingswijzen bijvoorbeeld door zaadomhulling i.p.v. bodembehandeling.	LDB	P
3. Sanering landbouwoverschotten (in functie van de lopende GATT onderhandelingen).	LDB	P
4. Aanwenden van biotechnologie en genetische bestrijding evenals betere formuleringsmiddelen.	LDB	P
5. Geïntegreerde bestrijding invoeren.	LDB	P
6. Inventarisatiestudie van landbouwkundig en niet-landbouwkundig gebruik.	NLB	S
Zware metalen		
1. Inventarisatie-studie van emissies in Vlaanderen.		I
2. Diffuse emissies van metallurgische bedrijven terugschroeven door verdere invoering van stofverspreidingsmaatregelen bij silo's (gesloten systemen met stofafzuiging) en bedrijfsterreinen (besproeiingen).	IND	B
3. Bufferzones aanleggen waar enigszins mogelijk tussen bedrijfsgrenzen en woningen.	IND	C
4. Emissieredukties aan de bronnen, voornamelijk bij thermische processen.	IND	B

5. Verdere doorvoering van selectieve inzameling van metaalhoudende afvalstoffen (batterijen).	BVK	B
Radionucliden		
1. Inventariseren van 'stoffen zonder statuut' (licht radioactieve stoffen).	ZKH, IND	I
2. Sensibilisatiecampagne voor het publiek om radonblootstelling te verminderen in binnenruimten.	BVK, BWS	I,(B)
Aërosolen		
1. Emissiebrongerichte maatregelen zowel voor puntbronnen als voor diffuse bronnen.	IND, HVV, VKR	B
2. Studie van diffuse emissies van aërosolen en de ermee gepaard gaande gevaarlijke stoffen (zware metalen, PAK's, pesticiden, radionucliden).	.	I

a) Doelgroep:
VKR = verkeer *IND = industrie* *RVW = ruimteverwarming*
ZKH = ziekenhuis *HVV = huisvuilverbranding* *LDB = landbouw*
BVK = bevolking *BWS = bouwsector* *NLB = niet-landbouwkundig gebruik*
b) Aard van de maatregel (of instrument):
P = procesgeïntegreerd *B = brongericht* *C = curatief* *I = instrument*
Bron: DNV[2].

Bij de voorbereiding van deze studie is zeer duidelijk naar voren gekomen dat een globaal plan voor emissie-inventarisatie (naar lucht, bodem, water) uitgebouwd dient te worden als ondersteunend beleidsinstrument. Een 'Vlaamse Milieu Databank' zou al de gegevens die nu fragmentair aanwezig zijn kunnen centraliseren om doelgericht de ontbrekende gegevens op te bouwen teneinde vanuit een solide basis te werken naar een duurzame ontwikkeling.

Referenties

1 Ministeriële Verklaring, Derde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee, Den Haag, 7-8 maart 1990.

2 DNV, eigen werk en compilatie, 1994.

3 IHE, Luchtverontreinigingsmetingen in de Brusselse tunnels aansluitend op de invalswegen naar het centrum van de stad, IHE, Brussel, 1989.

4 VMM, Jaarverslag immissiemeetnet 1991-1992, Aalst, 1993.

5 WGO, Air Quality Guidelines in Europe, 1986.

6 De Fré R., Dioxinen en PAK's, Situatieschets en reductieplan, Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL, 1993.

7 RIVM, Stofdossier dioxinen, 1983.

8 Plasman C., Stofdossier pesticiden, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee, Belgische implementatie van de derde Internationale Conferentie ter bescherming van de Noordzee tegen verontreiniging (Den Haag, 1990), Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu, Brussel, 1993

9 BMM, Verslag aangaande het opsporen van pesticiden in de Belgische opper-vlaktewateren, Ministerie van Volksgezondheid, Brussel, 1993.

10 Dejonckheere W. en Steurbaut W., Neveneffecten van pesticiden, Stichting Leefmilieu (in voorbereiding).

11 MINA, Milieubeleidsplan en Natuurontwikkelingsplan voor Vlaanderen, 1990

12 DNV, Verwerking van gegevens van IHE 1985-92, 1994.

13 Vanmarcke H., De bijdrage van het woonmilieu tot de blootstelling aan straling afkomstig van nucliden uit de natuurlijke ^{238}U reeks, doctoraatsverhandeling, RUG, 1987.

14 Kirchmann R. et al., Radiological Surveillance of the Belgian Territory (1991-92, Report on the Meuse, the Scheldt Estuary and the North Sea), SCK, Mol, 1994.

15 Govaerts P., Restoration of former nuclear sites in Europe - A historical review, SCK, 1993.

16 EPA -450/1-90-004 a, Cancer risk from outdoor exposure to air toxics/Vol.1, US-EPA, North Carolina, 1990.

17 Bouscaren R. et al., Hydrocarbons identification of air quality problems in Member States of the European Communities, CEC, Report EUR 10646, 1987

18 Koninklijke Federatie van non-ferrometalen, document dd. 21 december 1992

19 LABORELEC, De luchtemissies van zware metalen in steenkoolgestookte centrales van de electriciteitssector in België, 1994.

20 VMM, Emissiemeetnet water, 1993.

21 AMINAL-BMV, Vergunde vuilvrachten geloosd via de afvalwaters, Overzicht Vlaanderen 1992, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL-Bestuur Milieuvergunningen, Brussel, 1993.

22 CEC, Natural Sources of Ionizing Radiation in Europe, Radiation Atlas, EUR 14470, Luxembourg, 1983.

Begeleiders

R. Bouckaert, Bayer Antwerpen

P. Govaerts, Stralingsbescherming, SCK-CEN

W. Steurbaut, Vakgroep Gewasbescherming, RUG

R. Van Grieken, Departement Scheikunde, UIA

C. Vandecasteele, Departement Chemische Ingenieurstechnieken, KUL

III.5 Afvalstoffen

J. Couder, Studiecentrum voor Technologie,
Energie en Milieu (STEM) vzw

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Definities van afvalstoffen

Het is bijzonder moeilijk een algemene, sluitende definitie van het begrip 'afvalstof' te geven. Eenzelfde stof kan afvalstof zijn of niet, afhankelijk van een aantal factoren die zowel objectief als subjectief kunnen zijn.

Technisch

Een produktieproces zet grondstoffen, energie, arbeid en kapitaal om naar één of meer produkten. Daarbij komen stoffen vrij die door de producent niet zijn gewenst, bijvoorbeeld doordat tijdens het produktieproces verontreinigingen in de grondstoffen worden verwijderd. Deze ongewenste stoffen zijn voor de producent afvalstoffen. Dit belet echter niet dat andere producenten (of eventueel dezelfde producent) deze stoffen kunnen gebruiken als *secundaire grondstoffen* (al dan niet na behandeling). De consumptie van een produkt levert een aantal diensten. Zodra een consument de diensten van een produkt niet langer wenst te gebruiken, is dit produkt voor die consument afval. Dit belet niet dat het produkt nog bruikbaar kan zijn voor anderen als *tweedehands produkt* (al dan niet na behandeling).

Technisch gesproken is de *wens* een bepaalde stof of produkt te produceren of te consumeren het belangrijkste criterium dat bepaalt of de stof of produkt al dan niet afval is, ongeacht de bruikbaarheid of verkoopbaarheid van de stof of het produkt.

Economisch

Voor de econoom is een stof of produkt afval wanneer de bezitter moet betalen om zich van de stof of het produkt te ontdoen (het aanbod is groter dan de vraag bij een prijs gelijk aan nul). Deze definitie zegt niets over de wenselijkheid om het produkt te produceren of te consumeren (een onverkoopbaar kunstwerk kan voor één bezitter in de wereld een bron van genot zijn). De definitie zegt evenmin iets over de eventuele bruikbaarheid van de stof of het produkt (afvalglas blijft technisch herbruikbaar, maar bij overaanbod moet de bezitter betalen om het glas te kunnen afzetten). Een door de producent voortgebrachte stof die niet gewenst maar toch verkoopbaar is, noemt de econoom een *bijprodukt*.

Economisch gesproken is de *verkoopbaarheid* van een stof of produkt het belangrijkste criterium, ongeacht de wens de stof of het produkt te produceren of te consumeren en ongeacht de bruikbaarheid ervan.

Juridisch

In het Vlaams Afvalstoffendecreet wordt afvalstof gedefinieerd als 'elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen'. De wettelijke definitie bevat twee elementen. Enerzijds is er het *gedrag* van de houder die zich van een stof ontdoet, of de intentie heeft zich van een stof te ontdoen; ongeacht de potentiële *bruikbaarheid* van de stof nu of later ongeacht de *wens* de stof te produceren of te consumeren, en ongeacht de potentiële *verkoopbaarheid* van de stof. Een ongewenste stof die door de producent ervan onmiddellijk wordt herbruikt, is volgens deze definitie geen afvalstof. Anderzijds worden bepaalde stoffen aangemerkt als afvalstoffen, *tengevolge van wettelijke bepalingen*; ongeacht het feitelijk of intentioneel gedrag van de houder. Bijvoorbeeld, afgewerkte olie van verbrandingsmotoren is volgens de geldende rechtsregels altijd een afvalstof.

Juridisch gesproken is het begrip *zich ontdoen* het belangrijkste criterium, naast *wettelijke bepalingen* die bepaalde stoffen aanmerken als afvalstoffen.

Knelpunten

Tijd en *ruimte* spelen een belangrijke rol. Een stof die vandaag niet gewenst is, kan door de ontwikkeling van techniek en wetenschap morgen wel gewenst zijn; of omgekeerd (het gebruik van chloor is voor een aantal toepassingen steeds minder vanzelfsprekend, alhoewel de meningen over een produkt als polyvinyl chloride of PVC uitermate verdeeld zijn). De verkoopbaarheid van een stof kan afhangen van de persoonlijke voorkeuren in een bepaalde periode in een bepaalde regio. Een stof die in het ene land wettelijk geen afvalstof is, kan in een ander land wettelijk wel een afvalstof zijn.

Het *onderscheid* tussen (secundaire) grondstof, (bij)produkt en afvalstof, blijft vatbaar voor meerdere interpretaties. De wetgever probeert het probleem op te lossen door *feitelijk* een onderscheid te maken tussen 'gewone' produktieprocessen en 'afvalverwerkings'-processen. Elke output, gewenst of niet, die zonder enige voorbehandeling wordt gebruikt in een 'gewoon' produktieproces is geen afvalstof maar een (secundaire) grondstof. Elke output, gewenst of niet, die wordt gebruikt in een 'afvalverwerkings'-proces of die definitief wordt verwijderd, is een afvalstof, hetzij voor nuttige toepassing, hetzij voor definitieve verwijdering. Bijvoorbeeld, het sulfogips dat vrijkomt bij rookgasontzwaveling is een *afvalstof voor definitieve verwijdering* als het wordt gestort, een *afvalstof voor nuttige toepassing* als het eerst moet worden gezuiverd vooraleer als bouwmateriaal te worden gebruikt, en een *secundaire grondstof* als het onmiddellijk als bouwmateriaal kan worden gebruikt. Het probleem wordt verschoven naar de vraag welke produktieprocessen 'gewoon' zijn en welke niet. De overgang van afvalstof in technische zin (ongewenste output) naar secundaire grondstof blijft dubieus. Het nieuwe Afvalstoffendecreet voorziet dat bepaalde afvalstoffen niet meer onder de afvalstoffenwetgeving vallen *vanaf het ogenblik* dat ze terechtkomen bij een (vergunde) gebruiker die deze stoffen als *secundaire grondstoffen* gebruikt, mits aan een aantal voorwaarden is voldaan.

Dierlijke mest, afvalwater en gasvormige stoffen die in de atmosfeer terechtkomen worden wettelijk niet beschouwd als afvalstoffen. Een onderscheid maken op basis van aggregatietoestand van de stoffen en/of medium waarin de stoffen terechtkomen is soms dubbelzinnig en voor de uitvoering van een *geïntegreerd milieubeleid* in zekere zin misleidend. Afvalwater is geen afvalstof, een afvalstof in vloeibare toestand wel; niet-gasvormig stof kan in de atmosfeer terechtkomen. Het verminderen van de emissies naar oppervlaktewater of atmosfeer kan milieuproblemen afwentelen in plaats van ze op te lossen. Rookgaszuivering vermindert de emissies naar de atmosfeer maar de uit het rookgas verwijderde stoffen (bv. sulfogips) *kunnen* afvalstoffen zijn.

1.2 | Indelingen van afvalstoffen

Wettelijke indeling

Afvalstoffen worden ingedeeld op basis van hun *herkomst* (*huishoudelijk* afval, *bedrijf*safval), hun *samenstelling* en *fysico-chemische kenmerken, inclusief toxische kenmerken* (bv. *gevaarlijke* afvalstoffen, *niet gevaarlijke* afvalstoffen), en/of op basis van hun *bestemming* (bv. afval voor *nuttige toepassing*, afval voor *verwijdering*).

De indeling van afvalstoffen vóór het van kracht worden van het nieuwe Afvalstoffendecreet in 1994 was niet consistent. Het nieuwe Afvalstoffendecreet onderscheidt twee hoofdcategorieën op basis van herkomst: *huishoudelijke afvalstoffen* en *bedrijfsafvalstoffen*. Alle afvalstoffen behoren tot één van beide hoofdcategorieën, maar kunnen bovendien behoren tot één of meer van de volgende bijkomende categorieën: *gevaarlijke afvalstoffen* en *bijzondere afvalstoffen*.

De nieuwe indeling blijft vrij verwarrend. De indeling van gevaarlijke afvalstoffen is gebaseerd op aard ('afvalstoffen die een bijzonder gevaar voor de gezondheid van de mens of voor het milieu opleveren of kunnen opleveren') of op bestemming (afvalstoffen 'die in speciale inrichtingen verwerkt moeten worden'). Bijzondere afvalstoffen zijn 'huishoudelijke, gevaarlijke, bedrijfsafvalstoffen of andere afvalstoffen die wegens hun aard, samenstelling, herkomst of verwijdering een bijzondere regeling behoeven'. Bijvoorbeeld, *klein gevaarlijk afval van huishoudelijke oorsprong (KGA)* is *en* bijzonder afval, *en* gevaarlijk afval, *en* huishoudelijk afval.

De Vlaamse regering kan bij besluit bepaalde afvalstoffen gelijkstellen met huishoudelijke, gevaarlijke, bijzondere of bedrijfsafvalstoffen. De Vlaamse regering stelt in 1994 een 'afvalstoffencatalogus' op, een niet limitatieve lijst van afvalstoffen en analysemethoden om uit te maken of een stof al dan niet behoort tot de lijst. Deze catalogus zou gelijkvormig moeten zijn met de Europese afvalstoffencatalogus en met de catalogi van de andere Gewesten. Het opstellen van een *exhaustieve* lijst van afvalstoffen is praktisch onmogelijk. De Vlaamse regering stelt tevens een lijst op van afvalstoffen die op wettige wijze als secundaire grondstoffen mogen worden gebruikt.

Indelingen gebruikt in dit hoofdstuk

Alle gegevens in dit rapport zijn nog gebaseerd op de (oude) indelingen gebruikt voor de registratie van afvalstoffen door de Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest (OVAM). Deze indelingen waren *gedeeltelijk* gebaseerd op de oude wetgeving, terwijl de nieuwe wetgeving zich gedeeltelijk heeft gebaseerd op de OVAM-indelingen. De OVAM-indeling onderscheidt *huishoudelijke afvalstoffen* en *industriële afvalstoffen*.

Huishoudelijke afvalstoffen zijn in deze indeling *de facto* alle afvalstoffen die door (of in opdracht van) gemeenten en/of intercommunales regelmatig al dan niet selectief worden ingezameld, al dan niet door middel van voorgeschreven recipiënten (vuilniszak of -container). Dit afval kan afkomstig zijn van zowel particuliere huishoudens als van kantoren, winkels, enz..

Industriële afvalstoffen zijn gelijk aan de bedrijfsafvalstoffen in de nieuwe wetgeving, en worden opgesomd in tabel 1.

Tabel 1: Indeling[a] van de bedrijfsafvalstoffen volgens de inventarisatie van de OVAM.

Naam	Type of oorsprong van de afvalstoffen
1 Giftig en gevaarlijk	giftig[b] en gevaarlijk afval
2 Anorganisch	anorganische grondstoffen; asbestcement; glas; slakken, assen; koolhoudende afval; slib van anorganische grondstoffen; ferro en non-ferro metaal; metaalslib; anorganische zouten en slib van anorganische zouten; baden en concentraten; zuren; ovenpuin, ovenafbraak en ketelsteen; opruimafval met anorganische resten
3 Organisch/synthetisch	afvalolie; slib van oliën; olie-emulsies; katalysators en ione uitwisselaars; resten petrochemie; resten van zeep; kleurstoffen, drukinkt; organische resten en oplosmiddelen; organische resten, nergens genoemd; plastic; rubber; textiel; slibs van textiel; opruimafval met organische resten
4 Mengels anorganisch/ organisch	industrieel waterzuiveringsslib; ketel- en koelwaterslib; industrieel slib, nergens genoemd; brandblusmiddelen, spuitbussen, cosmetica
5 Organisch/biologisch	afval van levensmiddelen- en genotmiddelen; slib van leven middelen; brouwerijenafval; visafval; plantaardige en dierlijke vetten en oliën; biologische oliën; vlees- en slachtafval; huid en leder; hout en papier
6 Opruimafval bedrijven	opruim- en kantineafval
7 Bijzonder afval	waterzuiveringsslib van huishoudelijke afvalwaters; slib van de behandeling of bereiding van drinkwater, grondwater of opper-vlaktewater; calciumchloride- en calciumfluoridesslib; baggerspecie; mijnbouwafval; as van elektrische centrales; fosfo- en sulfogips; bouw- en sloopafval; springstoffen; ziekenhuisafval; landbouwafval; autowrakken; autobanden;
8 Afval van verwijdering	afval afkomstig van verbrandingsovens, schroothandel, versnipperaars, inrichtingen voor opslag, sorteren en specifieke behandeling van afval
9 Afval van sanering	afval van saneringsactiviteiten

[a] *Gebaseerd op de afvalstoffenlijst in bijlage III v/h Ministerieel Besluit van 19/11/1990.*

[b] *Gebaseerd op de wet van 22/7/1974, en het KB van 9/2/1976.*

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten en gevolgen van afvalverwijdering

De *verwijdering* van afvalstoffen kan bij onzorgvuldig beheer een aantal belangrijke milieuproblemen veroorzaken, zoals:

- verspreiding van gevaarlijke stoffen;
- zwerfvuil;
- luchtverontreiniging als gevolg van afvaltransporten, afvalverbranding zonder doelmatige rookgaszuivering en ongecontroleerd storten;
- bodem- en grondwaterverontreiniging in de nabijheid van stortplaatsen, verontreinigde terreinen, afvalopslagplaatsen en composteringsinstallaties;
- oppervlaktewaterverontreiniging door afvalwaters van rookgaswassing, afvoer van verontreinigd regenwater bij opslag of sorteeractiviteiten, afvloeiend water van stortplaatsen in ophoging, enz.;
- verkeershinder ten gevolge van afvaltransporten;
- lawaaihinder onder meer bij ophaling, bij inzameling op containerparken, evenals bij sorteeractiviteiten, bij breekinstallaties, enz.;

- geurhinder als gevolg van opslag, behandeling of verwijdering van afvalstoffen;
- insekten-, ratten- en meeuwenplagen bij niet goed afgedekte stortplaatsen, afvalopslagplaatsen en composteringsinrichtingen;
- milieuverstoringen open ruimte en ruimtebeslag door overslagplaatsen, containerparken, stortplaatsen, verwerkingsinstallaties,enz.;
- milieuverstoringen in de stedelijke ruimte zoals verkeershinder bij containerparken, ophalen huisvuil in steden, enz..

De effecten van hogervermelde milieuproblemen in de diverse compartimenten en de gevolgen voor populaties en eco-systemen komen uitgebreid aan bod in de andere thema's. We vermelden enkel dat in de huidige situatie alle vermelde groepen afvalstoffen volkomen onschadelijke tot uiterst gevaarlijke stoffen kunnen bevatten.

2.2 | Kwaliteitsdoelstellingen

Het is niet mogelijk kwaliteitsdoelstellingen voor afvalstoffen te definiëren zoals dit kan voor andere thema's zoals verzuring of vermesting. Wel kan de kwaliteitsbeheersing van de afvalstromen worden bevorderd door:

- een striktere omschrijving van de verschillende soorten afval;
- normstelling op produktieprocessen, produktiefactoren en produkten zelf die aanleiding geven tot het ontstaan van afvalstoffen;
- normstelling op de verwerking van afvalstoffen om afwenteling naar andere milieucompartimenten te voorkomen of te beperken.

De voorstellen moeten leiden tot een beperking van de hoeveelheid afvalstoffen en tot een verminderd risico voor het milieu vanwege de resterende stoffen.

In plaats van kwaliteitsdoelstellingen worden taakstellingen geformuleerd. De eerste taakstelling van het Afvalstoffenplan 1991-1995 is afval voorkomen en recupereren. Afval dat niet voor recuperatie in aanmerking komt, wordt verbrand met energierecuperatie of onder milieuhygiënische omstandigheden gestort.

Tabellen 2 en 3 geven doelstellingen voor de aandelen van afvalpreventie, recuperatie en verwijdering van huishoudelijk afval respectievelijk bedrijfsafval.

Tabel 2: Doelstellingen van preventie en verwerking van huishoudelijk afval (in %).

Soort maatregel	1987	1995	2000
Afvalpreventie	0,0	8,0	12,0
Recuperatie	12,5	28,0	46,0
Verbranden	38,5	64,0	42,0
Storten	49,0	0,0	0,0

Tabel 3: Doelstellingen van preventie en verwerking van bedrijfsafval (in %).

Soort maatregel	1987	1995	2000
Preventie	0,0	22,5	37,5
Recuperatie	41,0	41,5	37,5
Conditioneren	10,5	0,0	0,0
Verbranden	6,5	15,0	10,5
Storten	42,0	20,0	14,5

Tegen het jaar 1995 zal het rechtstreeks storten van huishoudelijk afval worden verboden. De verwerkingswijze 'conditioneren' omvat activiteiten zoals de opslag, vernietiging, neutralisering of wegwerking van gevaarlijk afval, of zoals het steekvast

maken en de fysico-chemische behandeling van bedrijfsafval. Wat er na het conditioneren met het afval gebeurt is niet erg duidelijk, maar waarschijnlijk wordt het grootste deel gestort en een klein deel verbrand. Het Afvalstoffenplan voorziet dat vanaf 1995 meer duidelijkheid bestaat over de *eindbestemming* van bedrijfsafval, zodat 'conditioneren' (een voorbehandeling) niet meer voorkomt als eindbestemming.

De doelstellingen van het Afvalstoffenplan en hun haalbaarheid worden niet wetenschappelijk verantwoord. Amerikaanse studies uit het midden van de jaren tachtig gaven aan dat de produktie van gevaarlijk afval in de industrie van 11 % tot bijna 75 % kon worden gereduceerd via afvalpreventie[11]. Grote verschillen in bestudeerde afvalstoffen, processen, sectoren, regio's, enz. verklaren waarom de marge zo ruim is. De meeste studies waren gebaseerd op gevalstudies, en het is niet altijd eenvoudig of mogelijk hieruit conclusies te trekken voor een hele sector of heel de industrie.

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Problemen met de beschikbare gegevens

In uitvoering van het Afvalstoffendecreet van 1981 werd de OVAM opgericht om het Vlaamse afvalstoffenbeleid te ondersteunen. De OVAM verzamelt gegevens voor het Vlaamse Gewest sedert 1981. We gebruiken in dit hoofdstuk steeds de gegevens uit de databanken van de OVAM, tenzij anders vermeld. We schatten geen voortgebrachte hoeveelheden op basis van (buitenlandse) literatuurgegevens, omdat de resultaten dan te *rudimentair* zijn. De volgende problemen stellen zich.

Gegevens omtrent huishoudelijke (en hiermee gelijkgestelde) afvalstoffen

De OVAM voert enquêtes uit bij alle 308 gemeenten en 26 intercommunales (gegevens zijn beschikbaar voor de jaren 1981, '84, '87, '90, '91 en '92). De enquêtes bevatten gegevens over gemeentelijk of intercommunaal (al dan niet selectief) *ingezamelde* huishoudelijke afvalstoffen en over de *verwerking* van deze afvalstoffen.

Indien geen meetgegevens (wegingen) beschikbaar zijn, worden schattingen gebruikt. De cijfers voor het *niet-selectief ingezameld* huishoudelijk afval zijn vrij volledig. Een aantal gemeenten geven geen of onvolledige cijfers voor het *selectief ingezameld* huishoudelijk afval. De beschikbare gegevens worden door de OVAM slechts gedeeltelijk omgezet naar totalen voor het Vlaamse Gewest. We kunnen hierdoor het selectief ingezameld huishoudelijk afval niet helemaal afwegen tegen het overige ingezameld huishoudelijk afval.

De ingezamelde hoeveelheden zijn niet noodzakelijk gelijk aan de *werkelijk voortgebrachte* hoeveelheden, omdat de voortbrengers een deel van hun afvalstoffen zelf kunnen verwerken (bv. composteren, illegaal storten) of omdat de afvalstoffen via andere wegen worden afgevoerd (privé containerbedrijven, selectieve inzamelacties van verenigingen). De hoeveelheid huishoudelijke afvalstoffen die niet via de gemeenten of intercommunales wordt ingezameld, is niet bekend. Een klein gedeelte wordt door de bedrijven gemeld bij de inventarisatie van de bedrijfsafvalstoffen als opruimafval van bedrijven. De bekende hoeveelheden huishoudelijk afval zijn bijgevolg een *onderschatting* van de werkelijk voortgebrachte hoeveelheden.

We hebben recente gegevens nodig over de *gemiddelde samenstelling* van de diverse huishoudelijke afvalstoffen (huisvuil, grof vuil, kantoor-, winkel- en dienstenafval, enz.), zowel volgens *component* (papier en karton, glas, metalen, enz.) als volgens *voorwerpcategorie* (drankverpakkingen, andere verpakkingen, wegwerpluiers,enz.). In september 1993 is de OVAM gestart met sorteeranalyses van *huisvuil* in het Vlaamse Gewest. Het hele project zal 5 jaar duren. Kwantificering van het verband tussen de

voortgebrachte hoeveelheden huishoudelijke afvalstoffen en de activiteiten die oorzaak zijn van deze afvalstoffen blijft moeilijk. De samenstelling van *huisvuil* per *component* is vrij goed bekend, maar gegevens over de andere huishoudelijke afvalstoffen en het verband met de veroorzakende activiteiten blijven schaars.

Gegevens omtrent bedrijfsafvalstoffen

Bedrijven in Vlaanderen zijn wettelijk *verplicht* gegevens over de aard, samenstelling en hoeveelheid van hun (bedrijfs)afvalstoffen, het produktieproces waaruit de afvalstoffen voortkomen en de wijze waarop zij worden opgehaald en verwerkt, jaarlijks aan de OVAM te *melden* (de *meldingsplicht*). De melding in een jaar bevat de gegevens over voortgebrachte hoeveelheden in het voorgaande jaar. Gegevens zijn beschikbaar vanaf 1982 (de gegevens voor 1990 werden niet in de databank ingevoerd). Vanaf 1994 moeten niet enkel de *producenten* maar ook de *ophalers* en de *verwerkers* van afval de geproduceerde, tijdelijk opgeslagen, opgehaalde, geaccepteerde of verwerkte afvalstoffen melden aan de OVAM.

De *gemelde* hoeveelheden bedrijfsafvalstoffen zijn niet gelijk aan de *werkelijk voortgebrachte* hoeveelheden. De meldingsplicht wordt door vele bedrijven in de verschillende bedrijfstakken of sectoren niet of niet goed opgevolgd. We moeten dus extrapoleren om de *werkelijk voortgebrachte* hoeveelheden afvalstoffen in een sector te schatten. Extrapoleren vereist informatie over variabelen (bv. omzet, aantal werknemers, energiegebruik) waarvan we:

- de totale waarde kennen voor alle bedrijven in de sector;
- de waarde kennen voor elk individueel bedrijf dat heeft gemeld in de sector;
- mogen veronderstellen dat er een goed statistisch verband bestaat tussen deze variabelen en de geproduceerde hoeveelheden afvalstoffen.

De databank van de OVAM is nog onvoldoende gestructureerd en te onvolledig om betrouwbare extrapolaties uit te voeren. De sectoriële indeling gebruikt door de OVAM stemt niet overeen met de indelingen van andere gegevensbronnen. Koppelingen met databanken buiten OVAM zijn niet mogelijk. Variabelen voor zinvolle extrapolaties ontbreken.

De jaarlijkse melding van afvalstoffen is niet consistent. Interpretatieproblemen, zowel bij de meldende bedrijven als bij de OVAM, zorgen ervoor dat afvalstoffen ofwel niet worden gemeld, ofwel van jaar tot jaar onder andere namen worden gemeld. Bijprodukten en/of secundaire grondstoffen worden door de bedrijven vaak niet als afval beschouwd, en dus ook niet gemeld. De wettelijke indeling in categorieën is niet voor iedereen duidelijk. Bedrijfsafval wordt soms ten onrechte beschouwd als huishoudelijk afval. Een aantal geproduceerde afvalstoffen zijn niet opgenomen in de (oude) afvalstoffenlijst. Ze krijgen de naam van de 'meest aanverwante' afvalstof. Het is niet altijd doenbaar elke afvalstroom uitgebreid te analyseren, en elke component te melden als afzonderlijke afvalstof.

Een stijging of daling van de *gemelde* hoeveelheden afvalstoffen kan dus het gevolg zijn van meer of minder bedrijven die melden, van gewijzigde interpretaties voor het identificeren van de afvalstoffen of van wijzigingen in de activiteiten van de meldende bedrijven. Het is niet mogelijk de invloed van de mate waarin de meldingsplicht wordt opgevolgd te isoleren van de invloed van wijzigingen van de activiteiten op de gemelde hoeveelheden, tenzij voor elk bedrijf afzonderlijk. De OVAM is zich bewust van deze problemen en werkt volop aan een verbetering van de databank.

Bij de melding moeten de bedrijven een algemeen processchema voegen, met aanduiding van de herkomst van de afvalstoffen. De gegevens over het processchema worden niet in de databank opgenomen, zodat een kwantificering van het verband tussen bedrijfsafval en activiteiten niet mogelijk is.

3.2 | Bronnen van afval: kwalitatief

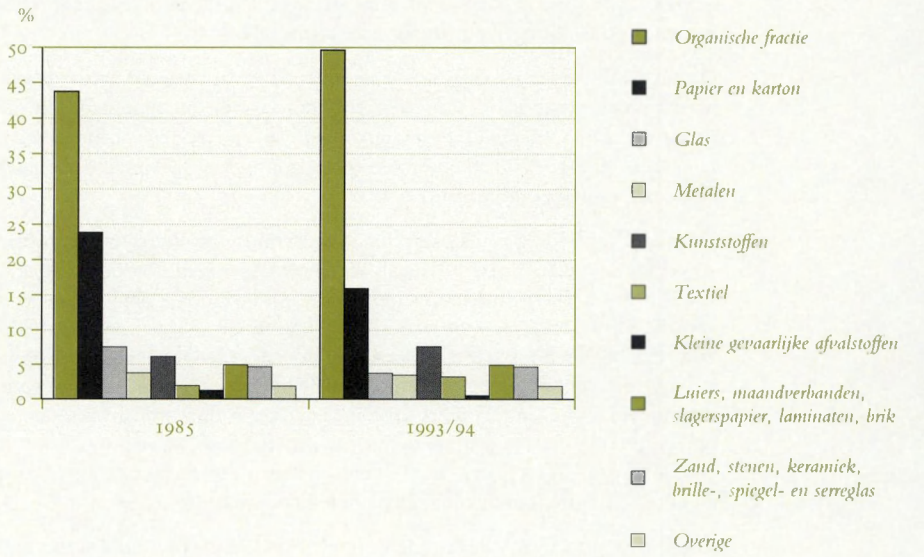
Bronnen van huishoudelijk (en gelijkgesteld) afval

De bronnen van huishoudelijk afval zijn de gezinnen en bedrijven in alle sectoren.

Huisvuil en *grof vuil* ontstaan bij de gezinnen. Huisvuil is grotendeels afkomstig van niet-duurzame goederen en ontstaat bijna onmiddellijk na de consumptie. Het bestaat voornamelijk uit *verpakkingsafval* (blikjes, dozen, flessen, inpakpapier) en uit *restanten van het geconsumeerde produkt* (etensresten, koffiefilters, kranten, reclamedrukwerk). Grof vuil is grotendeels afkomstig van duurzame goederen, zoals meubelen, tapijten, televisie, koelkast, enz., die na een aantal jaren trouwe dienst worden afgedankt. Eten, drinken, ontspanning, wonen, onderhoud van de tuin en het huis, schoonmaak, persoonlijke hygiëne en mobiliteit zijn de belangrijkste activiteiten die huishoudelijk afval veroorzaken. Het onderscheid tussen huisvuil en grof vuil is in zekere mate arbitrair. Voor de registratie van huishoudelijk afval gebeurt het onderscheid op basis van de grootte van het afval en van het al dan niet inzamelen via speciale ophaalbeurten.

Via sorteeranalyses schat men de gemiddelde samenstelling van huisvuil en grof vuil per *voorwerpcategorie* en/of per *component* (figuur 1). Beide invalshoeken zijn nodig, omdat gelijksoortige voorwerpen uit vele soorten materialen kunnen bestaan. Bijvoorbeeld, drankverpakkingen zijn gemaakt van glas, kunststoffen, blik, karton of laminaten. De samenstelling van huisvuil en grof vuil is evident verschillend.

Figuur 1: Samenstelling (in gewichts-%) van huisvuil in Vlaanderen in 1985 en in 1993/94



De belangrijkste variabelen die de produktie en samenstelling van huishoudelijk afval *per gezin* verklaren zijn: aantal gezinsleden en hun leeftijd, de grootte van de woning (al dan niet met tuin), graad van verstedelijking, het jaarinkomen, consumptiepatronen, levenshouding, de mate waarin afval door het gezin zelf wordt verwerkt, produktontwikkelingen, enz.. Seizoensinvloeden zorgen voor schommelingen van de produktie binnen een jaar. Het regelmatig uitvoeren van sorteeranalyses is belangrijk, omdat deze verklarende variabelen over de tijd heen evolueren (bv. toename van

kunststoffen in verpakkingen). Een toename van het gescheiden aanbod heeft een invloed op de samenstelling van wat in de vuilniszak of -container terechtkomt (minder papier en karton, glas, enz.).

Kantoor-, winkel- en dienstenafval (of *KWD-afval*) wordt in Nederland gedefinieerd als afval afkomstig van de dienstverlenende sectoren. Afval uit kantoorruimtes in de industrie en ziekenhuisafval behoort niet tot dit afval. In Vlaanderen voorziet de wet geen afzonderlijke categorie voor KWD-afval. In de oude wetgeving werd een aantal afvalstoffen afkomstig van bedrijven uit de dienstverlenende sectoren *en* uit de industrie gelijkgesteld met huishoudelijke afvalstoffen. Dit gelijkgesteld afval bestond onder andere uit afvalstoffen afkomstig van de kleinhandel, onderwijs, verzorgingsinstellingen (ziekenhuizen uitgezonderd) en kantoren, naast kantine-, keuken- en verpakkingsafval. Nieuwe uitvoeringsbesluiten zullen uitmaken welke afvalstoffen afkomstig van bedrijven in de toekomst worden gelijkgesteld met huishoudelijk afval. Er zijn een aantal goede redenen om *afval afkomstig van bedrijven in dienstverlenende sectoren (KWD-afval)* in de wet op te nemen als een volwaardige categorie, naast *huishoudelijk afval* en *bedrijfsafval*. Dienstverlenende sectoren zijn als doelgroep duidelijk te onderscheiden van gezinnen en de industrie. Hoeveelheden en samenstelling van deze drie soorten afval zijn verschillend, ondanks het feit dat sommige afvalstoffen afkomstig zijn van gelijksoortige activiteiten (bv. eten en drinken veroorzaken zowel groenten-, fruit en tuinafval of GFT-afval als kantine-afval). Gegevens over KWD-afval zijn beperkt, vooral omdat het, als met huishoudelijk afval gelijkgesteld, niet moest worden gemeld. Een deel van het KWD-afval wordt samen met huisvuil en grof vuil ingezameld.

Afvalstoffen van reinigingsdiensten bestaat uit straat- en veegvuil, markt-, plantsoen- en strandafval en afval van campings, recreatiegebieden en rustplaatsen langs autowegen. Dit is strikt genomen geen huishoudelijk afval, maar een deel komt terecht bij huisvuil en grof vuil. In Nederland horen slib van de reiniging van riolen en straatkolken ook tot dit afval, maar in Vlaanderen is dit slib 'bijzonder afval', met onduidelijke herkomst. Afval van reinigingsdiensten is in feite 'overig' afval dat door gemeenten wordt ingezameld, naast huisvuil en grof vuil. Het beschikbare cijfermateriaal voor dit soort afval is erg beperkt.

Bronnen van bedrijfsafval

Bedrijfsafval is afkomstig van de bedrijven, voor zover de afvalstoffen het gevolg zijn van industriële, ambachtelijke of wetenschappelijke activiteiten. De precieze betekenis van 'ambachtelijk' blijft vaag in de wetgeving.

De bronnen van bedrijfsafval zijn eenheidsbewerkingen (inclusief opslag en transport) in produktieprocessen. Het begrip eenheidsbewerking is te ruim om daaruit de samenstelling van het bedrijfsafval af te leiden. Bijvoorbeeld, de eenheidsbewerking *destillatie* wordt gebruikt in de drankindustrie voor het zuiveren van alcohol, maar ook in de petrochemie voor het scheiden van koolwaterstoffen. Het is daarom dat gelijksoortige eenheidsbewerkingen aanleiding kunnen geven tot zeer uiteenlopende afvalstoffen.

In theorie is het mogelijk alle produktieprocessen en de afvalstromen die erbij horen te inventariseren. Er zijn echter vele tienduizenden produktieprocessen en bijbehorende afvalstromen. Hoewel een aantal produktieprocessen hetzelfde produkt voortbrengen, kunnen ze toch sterk van elkaar verschillen, zodat ze aanleiding geven tot zeer uiteenlopende afvalstromen (bv. de produktie van fosforzuur in Vlaanderen leidt tot heel andere afvalstromen naargelang het bedrijf waarin de produktie plaatsvindt). Produkten en produktieprocessen veranderen voortdurend, en deze veranderingen kunnen een ingrijpende invloed hebben op de hoeveelheden en/of de samenstelling van de voortgebrachte afvalstoffen. Er is het reeds vermelde probleem van de identifi-

catie van afvalstoffen. Een dergelijke inventarisatie zou dus een zeer zware en continue inspanning vergen van de overheid.

In principe worden bedrijven met gelijkaardige produktieprocessen gegroepeerd in bedrijfstakken of sectoren. Vele bedrijven hebben meerdere uiteenlopende produktieprocessen, en horen op grond hiervan thuis in verschillende sectoren. De sectoriële indelingen zijn nochtans het beste gegeven waarover we (voorlopig) beschikken om min of meer een verband te leggen tussen activiteiten en bedrijfsafval.

3.3 | Bronnen van afval: kwantitatief

Trends in het ontstaan van huishoudelijk (en gelijkgesteld) afval

Tabel 4 geeft de evolutie van de *niet-selectief* ingezamelde hoeveelheden huisvuil en grof vuil in het Vlaamse Gewest. De cijfers voor huisvuil en grof vuil worden samen geteld, omdat veel gemeenten deze afvalstoffen samen ophalen. In de vierde kolom van tabel 4 geven we de gemiddelde opgehaalde hoeveelheid in kg per inwoner voor West-Vlaanderen, om aan te duiden dat de opgehaalde hoeveelheden in een streek of provincie sterk kunnen verschillen van het 'gewestelijk' gemiddelde.

Tabel 4: Niet-selectief opgehaalde hoeveelheden huisvuil en grof vuil.

Jaar	Vlaams Gewest totaal (in ton)	Vlaams Gewest kg/inwoner	West-Vlaanderen kg/inwoner
1981	1 613 977	287	316
1984	1 616 180	285	309
1987	1 741 138	306	288
1990	1 779 393	309	308
1991	1 833 784	318	344
1992	1 865 305	322	336

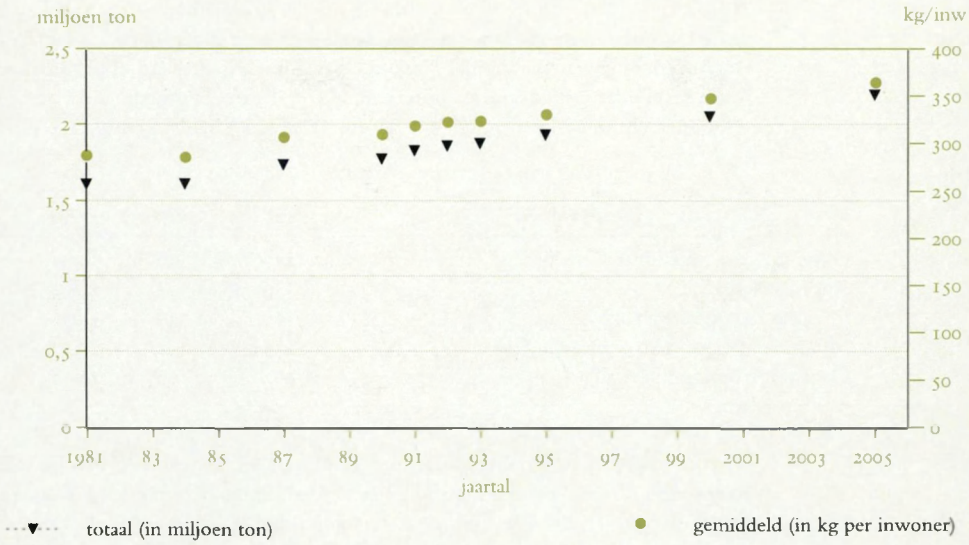
Als we de (onvolledige) cijfers over selectief ingezamelde afvalstoffen (uitgezonderd autobanden, autobatterijen en motorolie) meerekenen, stijgt het gemiddelde van 322 tot 411 kg per inwoner in 1992. Volgens het Europees statistisch bureau Eurostat produceren andere landen de volgende hoeveelheden, in kg per inwoner: België 340, Nederland 500, Portugal 260, de Europese Unie 350, de VSA 720 en Japan 410. De cijfers zijn niet perfect vergelijkbaar, door verschillen in definities en meetmethoden.

Met een eenvoudige trend-extrapolatie worden de hoeveelheden huisvuil en grof vuil (exclusief selectief ingezameld afval) in kg per inwoner geschat voor de jaren 1993, 1995, 2000 en 2005, en vermenigvuldigd met de verwachte bevolkingsaantallen (figuur 2). De extrapolatie bevat geen bijkomende maatregelen ter bevordering van preventie en recuperatie van huishoudelijke afvalstoffen. De kaap van 2 miljoen ton wordt in deze veronderstelling nog voor het einde van deze eeuw overschreden.

Tabel 5 geeft de evolutie van de selectief ingezamelde huishoudelijke afvalstoffen. De cijfers zijn onvolledig.

Ondanks een toenemend milieubewustzijn stijgt de produktie van huisvuil en grof vuil onmiskenbaar. Het hoger milieubewustzijn resulteert vooral in meer gescheiden aanbod, niet zozeer in voorkoming van afval.

Figuur 2: Evolutie van niet-selectief opgehaalde hoeveelheden huisvuil en grof vuil.



Bron: OVAM, 1993-94 en eigen berekeningen.

Tabel 5: Evolutie van de selectief ingezamelde huishoudelijke afvalstoffen (in ton).

Component	1988	1990	1991	1992
Glas	53 200	60 383	67 507	75 920
Papier en karton	42 500	49 067	82 414	108 434
Metalen	12 000	13 095	21 546	14 635
Kunststoffen	1 300	3 814	6 023	6 054
Bouw- en sloopafval	110 000	122 381	111 348	[a]131 096
Totaal droge fractie	*219 000*	*248 740*	*288 838*	*336 139*
GFT	..	..	12 493	38 141
Groenafval	78 000	73 996	126 212	138 822
Totaal natte fractie	*78 000*	*73 996*	*138 705*	*176 963*
Frituurvet en olie	..	40	85	124
Motorolie	660	860	728	936
Autobatterijen	80	68	106	107
Overige KGA	315	164	309	355
Totaal KGA	*1 055*	*1 132*	*1 228*	*1 522*
Totaal:	*298 055*	*323 868*	*428 771*	*514 624*

[a]*meegedeeld door 134 van de 163 gemeenten die bouw- en sloopafval inzamelen*

Trends in het ontstaan van bedrijfsafval (en gelijkgesteld afval)

We beperken ons noodgedwongen tot de *gemelde* hoeveelheden van enkele *grote groepen* afvalstoffen in de *industrie* (exclusief landbouw en dienstverlenende sectoren). Om een indruk te geven van de mate waarin de meldingsplicht werd opgevolgd, geven we in tabel 6 het aantal bedrijven in de industrie die het bedrijfsafval dat ze hebben voortgebracht in de jaren 1987, '89, '91 en '92 effectief hebben *gemeld*.

Tabel 6: Aantal meldende bedrijven voor grote groepen afvalstoffen in de industrie.

Groep afvalstoffen (volgens de OVAM)	1987	1989	1991	1992
Giftig en gevaarlijk afval	457	536	711	852
Anorganisch afval	1 750	2 115	2 204	2 675
Organisch/synthetisch afval	2 369	2 735	3 070	3 626
Mengsels anorganisch/organisch afval	123	151	167	198
Organisch/biologisch afval	1 762	2 126	1 981	2 556

De totalen per kolom in tabel 6 zijn niet bruikbaar, omdat één bedrijf verschillende afvalstoffen kan melden die thuishoren onder verschillende groepen. De *meldingsplicht* wordt ongetwijfeld van jaar tot jaar beter opgevolgd, maar het blijft zeer moeilijk in te schatten in hoeverre de meldingen volledig en correct zijn. Er waren in Vlaanderen in 1992 ongeveer 34 000 industriële bedrijven.

Tabellen 7 tot 11 geven de *gemelde* hoeveelheden voortgebracht in de jaren 1987, '89, '91 en '92 voor de belangrijkste groepen afvalstoffen in de *industrie*.

Tabel 7: Gemelde hoeveelheden (in ton) giftig en gevaarlijk afval.

Nace-code en naam v/d sector	1987	1989	1991	1992
22 Eerste bewerking metalen	170 231	128 590	135 228	21 042
25 Chemie	45 653	59 807	49 068	68 385
31 Metaalprodukten	2 825	2 232	2 632	4 054
34 Elektrotechnisch	2 433	2 310	1 601	2 221
35 Automobielbouw	3 465	1 792	3 822	4 196
48 Plasticverwerkend	914	2 731	2 780	2 735
Totaal:	*225 521*	*197 463*	*195 132*	*102 633*
Overige industrie	3 125	9 713	5 621	4 488
Totale industrie:	*228 646*	*207 175*	*200 753*	*107 121*

De term *giftig en gevaarlijk afval* in tabel 7 verwijst nog naar de oude wetgeving, en valt nu onder de noemer *gevaarlijk afval*. Tot 1992 waren bedrijven actief in de vervaardiging en eerste bewerking van metalen en in de chemische nijverheid verantwoordelijk voor meer dan 90 % van de totale *gemelde* hoeveelheid gevaarlijk afval. Zes sectoren *melden* meer dan 95 % van het gevaarlijk afval, maar het is denkbaar dat relatief grote hoeveelheden gevaarlijk afval in andere sectoren (bv. drukkerijen, schildersbedrijven, enz.) niet worden gemeld. Grote uitschieter is de sector eerste bewerking van metalen. De spectaculaire daling in 1992 is niet het gevolg van een wijziging van de activiteiten, maar van een wijziging in interpretatie van de (oude) term *giftig* afval bij de OVAM. Een bedrijf meldt twee afvalstoffen als anorganisch afval, maar de OVAM voerde deze tot 1991 in als giftig afval, op basis van de samenstelling van dit afval. In 1992 besloot de OVAM deze afvalstoffen toch in te voeren als anorganisch afval, omdat dit afval wordt gestort (het bedrijf heeft hiervoor de nodige vergunningen). Het storten van giftig afval was weliswaar *onder bepaalde voorwaarden* niet verbo-

den, maar vergunningen hiervoor werden in het verleden vaak geweigerd uit beleidsoverwegingen. Door de interpretatiewijziging verschuift in 1992 111 793 ton van giftig afval naar anorganisch afval.

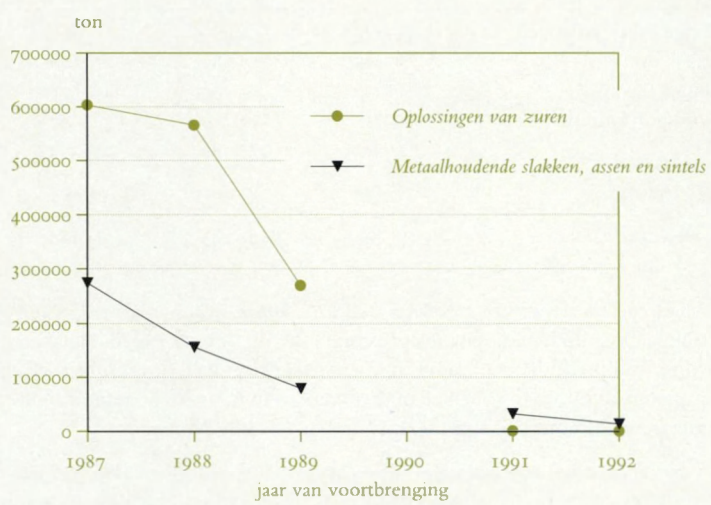
In tabel 8 zijn de cijfers voor 1992 in de sector eerste bewerking van metalen vertekend, doordat meer dan 111 000 ton in deze sector is verschoven van giftig afval naar *anorganisch afval*. Belangrijke afvalstoffen in deze sector zijn slakken, assen, ferrometaal, metaalslib en slib van anorganische zouten.

Tabel 8: Gemelde hoeveelheden (in ton) anorganisch afval.

Nace-code en naam v/d sector	1987	1989	1991	1992
22 Eerste bewerking metalen	272 934	364 164	500 023	598 554
23 Winning mineralen	81 082	107 609	86 241	74 379
24 Bouwstenen, glas, enz.	243 719	165 058	198 961	139 970
25 Chemie	1 070 233	580 443	274 996	189 210
35 Automobielbouw	175 738	102 782	105 748	102 432
Totaal:	*1 843 706*	*1 320 056*	*1 165 969*	*1 104 545*
Overige industrie	219 612	345 785	320 411	354 235
Totale industrie:	*2 063 318*	*1 665 841*	*1 486 380*	*1 458 780*

De grote daling in de sector chemie is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de afvalstoffen-oplossingen van zuren, metaalhoudende slakken, assen en sintels. Figuur 3 toont de *gemelde* evolutie van deze afvalstoffen. De daling in de produktie van oplossingen van zuren is vooral het gevolg van de omschakeling naar een ander proces door één groot bedrijf, en intern hergebruik bij een ander groot bedrijf. Voor de daling van slakken en assen is hoofdzakelijk één groot bedrijf verantwoordelijk (van 204.851 ton gemeld in 1987 tot 70 ton gemeld in 1992). Als we deze afvalstoffen niet meerekenen, is de *gemelde evolutie* in de chemische nijverheid veel vlakker.

Figuur 3: Evolutie van de melding van enkele 'bulkstoffen' in de sector chemie



In tabel 9 zijn geen sectoren die het leeuwedeel van de *gemelde* hoeveelheden organisch/synthetisch afval opeisen. Er is echter wel één enkele afvalstof die door relatief veel bedrijven wordt gemeld, en die plusminus de helft van de totale gemelde hoeveelheid organisch/synthetisch afval vertegenwoordigt, namelijk opruimafval met organische stoffen belast (310 882 ton *gemeld* in 1987 door 761 bedrijven, 436 756 ton in 1989 door 989 bedrijven, 449 545 ton in 1991 door 1 179 bedrijven, en 364 578 ton in 1992 door 1 367 bedrijven). Het belang hiervan is dat we de samenstelling van deze afvalstof niet kunnen achterhalen, omdat de omschrijving van 'opruimafval' te vaag is. De samenstelling zal sterk verschillen, naargelang de sector waarin het opruimafval werd voortgebracht.

Tabel 9: Gemelde hoeveelheden (in ton) organisch/synthetisch afval.

Nace-code en naam v/d sector	1987	1989	1991	1992
22 Eerste bewerking metalen	18 899	24 994	46 895	50 866
25 Chemie	103 785	136 652	125 493	115 341
41 Voeding	61 378	63 943	41 095	46 126
42 Voeding-genotmiddelen	45 109	43 266	40 872	71 801
43 Textiel	90 338	129 957	122 247	97 048
Totaal:	*319 509*	*398 812*	*376 602*	*381 182*
Overige industrie	347 109	436 298	468 996	398 153
Totale industrie:	*666 618*	*835 110*	*845 598*	*779 335*

De belangrijkste afvalstof in tabel 10 is industrieel waterzuiveringsslib (al dan niet organisch), goed voor 90 % of meer van de *gemelde* hoeveelheden *mengsels anorganisch/organisch afval*. Indien milieumaatregelen meer bedrijven ertoe dwingen hun afvalwaters zelf te zuiveren, dan zal het aandeel van deze afvalstof in de toekomst stijgen.

Tabel 10: Gemelde hoeveelheden (in ton) mengsels anorganisch/organisch afval.

Nace-code en naam v/d sector	1987	1989	1991	1992
22 Eerste bewerking metalen	24 849	35 889	26 060	24 518
25 Chemie	58 065	73 984	89 498	97 483
41 Voeding	18 737	24 580	16 128	37 508
42 Voeding-genotmiddelen	30 951	20 750	31 647	30 213
Totaal:	*132 602*	*155 204*	*163 333*	*189 722*
Overige industrie	22 587	35 001	19 855	34 850
Totale industrie:	*155 189*	*190 205*	*183 188*	*224 572*

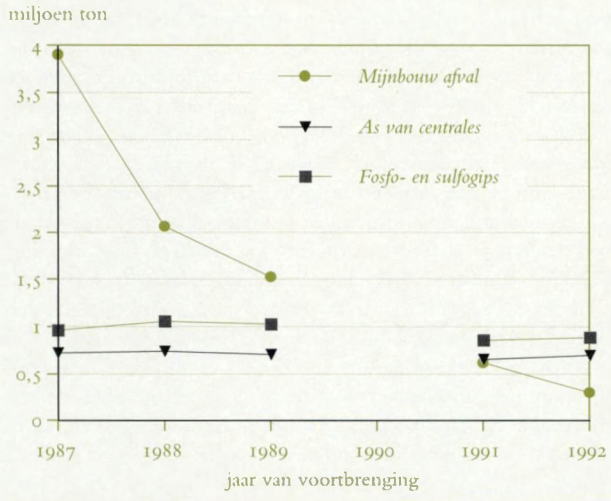
Meer dan 90 % van het *gemelde organisch/biologisch afval* is afkomstig van slechts 5 sectoren. Organisch/biologische afvalstoffen die in grote hoeveelheden worden gemeld zijn bietenpulp, draf van mout, hop en gerst, zaagmeel, houtkrullen, afvalhout en papierafval. Grote hoeveelheden draf werden in het verleden door de brouwerijen niet gemeld, omdat ze draf als een *bijprodukt* beschouwden.

Voor de overige groepen afvalstoffen beperken we ons tot enkele "bijzondere" afvalstoffen waarvoor we over min of meer volledige cijfers beschikken (figuur 4, tabellen 12 en 13). Voor de andere afvalstoffen zijn de cijfers van de melding te onvolledig (bv. *voertuigwrakken*), en/of hun voortbrenging is zo specifiek dat ze afzonderlijke studies vereisen die (nog) niet beschikbaar zijn (bv. *baggerspecie*).

Tabel 11: Gemelde hoeveelheden (in ton) organisch/biologisch afval.

Nace-code en naam v/d sector	1987	1989	1991	1992
25 Chemie	59 913	25 057	100 250	38 024
41 Voeding	161 202	248 189	344 571	431 889
42 Voeding-genotmiddelen	338 522	324 131	464 719	437 641
46 Hout	255 470	277 755	217 848	263 378
47 Papier, grafisch	190 289	213 703	221 455	241 488
Totaal:	*1 005 396*	*1 088 834*	*1 348 842*	*1 412 420*
Overige industrie	49 202	60 341	75 067	91 424
Totale industrie:	*1 054 597*	*1 149 175*	*1 423 910*	*1 503 844*

Figuur 4: Gemelde evolutie van mijnbouwafval, as van centrales, fosfo- en sulfogips.



De daling in de melding van *mijnbouwafval* komt door de afbouw van de Kempense steenkoolwinning. Bodem- en vliegas zijn (bijna) volledig afkomstig van elektriciteitscentrales. De toekomstige evolutie van deze afvalstoffen hangt sterk af van het aandeel en de kwaliteit van de vaste brandstoffen (o.a. asgehalte) in de elektriciteitsproduktie. In de beschouwde periode produceerden twee grote bedrijven fosforzuur door fosfaatertsontsluiting met zwavelzuur. De stopzetting van de produktie bij één bedrijf heeft vanaf 1993 tot gevolg dat de voortgebrachte hoeveelheid fosforzuurgips (fosfogips) met ongeveer de helft daalt. De voortgebrachte hoeveelheden sulfogips zijn miniem.

Het Economisch Studiebureau voor de provincie Antwerpen (ESA), de OVAM en de Vlaamse milieuholding (VMH) hebben in 1993 totale hoeveelheden *ziekenhuisafval* geschat op basis van de meldingsgegevens en het aantal erkende bedden (tabel 12)[7]. Ziekenhuisafval wordt opgesplitst in twee grote deelstromen: niet-specifiek ziekenhuisafval dat vergelijkbaar is met huishoudelijk afval en specifiek ziekenhuisafval dat niet per definitie risicohoudend is. De hoeveelheid *risicohoudend* specifiek ziekenhuisafval wordt voor 1991 geschat op 2 749 à 3 768 ton. Ondanks een daling van het beddenbestand van 1982 tot 1991 met 18,9 %, stagneert de totale produktie van ziekenhuisafval in het Vlaamse gewest. Verwachte evoluties worden niet aangegeven.

Tabel 12: Gemelde en geschatte produktie (in ton) ziekenhuisafval.

Hoeveelheid	1982	1987	1989	1991
Gemeld	25 734	36 155	35 805	35 533
Geschat (extrapolatie)	36 923	44 942	43 325	44 737

Bronnen: ESA, OVAM en VMH, 1993.

Tabel 13: Geproduceerd slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties (in ton droge stof).

Afvalstof	1988	1989	1990	1991
Slib RWZI's	26 000	40 000	34 000	45 197

Bron: VMM, 1991.

De geplande toename van de waterzuivering in Vlaanderen betekent dat in de toekomst de hoeveelheid geproduceerd *slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties* (RWZI's) sterk zal stijgen. Aquafin schat dat tegen de eeuwwisseling ongeveer 120 000 ton droge stof moet worden verwerkt.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Integraal beheer van de (afval)stoffenstromen

Afvalstoffen ontstaan bij alle doelgroepen (gezinnen, bedrijven in alle mogelijke sectoren), als gevolg van zeer uiteenlopende activiteiten die al dan niet specifiek zijn voor de beschouwde doelgroep. De eerste doelstelling van een afvalstoffenbeleid moet erop gericht zijn het *ontstaan* van deze afvalstoffen zoveel mogelijk te beperken. Dit gebeurt door middel van *proces-geïntegreerde* maatregelen (*afvalpreventie*). Ondanks deze maatregelen is het ontstaan van bepaalde afvalstoffen niet te vermijden. De tweede doelstelling is dan ook ervoor te zorgen dat de afvalstoffen niet in de natuur terechtkomen, met andere woorden dat de voortgebrachte afvalstoffen opnieuw worden gebruikt, hetzij als secundaire grondstoffen, hetzij als bijprodukten of tweedehands produkten. Om deze doelstelling te realiseren heeft men gespecialiseerde bedrijven nodig die de afvalstoffen (of delen ervan) geschikt·maken voor hergebruik, door middel van *emissiebrongerichte* maatregelen (*recuperatie of nuttige toepassing*). Deze bedrijven vormen een doelgroep op zich (soms ten onrechte de *recyclagesector* genoemd). Sommige afvalstoffen zijn niet meer te recupereren of nuttig toe te passen en komen finaal in de natuur terecht. Derde en laatste doelstelling is het zo goed mogelijk beheersen van deze afvalstoffen, via *curatief en effectgerichte* maatregelen (*verbranden, storten*). Het beheersen van afval betekent vooral dat de (potentiële) schadelijkheid zo klein mogelijk wordt gehouden. De bedrijven of overheden verantwoordelijk voor de verwijdering van het niet te voorkomen en niet te recupereren afval vormen als doelgroep de laatste schakel in de afvalstoffenketen.

4.2 | De rol van de overheid

Het opvullen van de kennisleemten

Om de mogelijkheden van afvalpreventie (en recuperatie) in Vlaanderen in te schatten, hebben we een *kwalitatief* en *kwantitatief* inzicht nodig in de verbanden tussen doelgroepen (gezinnen, landbouw, industrie, tertiaire sector, afvalverwerking), activiteiten (eten en drinken, wonen, ontspanning, produktie, dienstverlening), en afvalstromen (hoeveelheden, samenstelling). *Met het heden beschikbare statistische materiaal kunnen deze verbanden niet eenduidig worden gelegd.* De gegevensverzameling in Vlaanderen is nog te sterk gericht op het vergaren van informatie over de *verwerking* van afval en niet over het *ontstaan* van afval. Een grondige herstructurering van de wijze van informatievergaring inzake afvalstoffen is nodig. Het in 1994 van kracht geworden *Besluit inzake melding en ophaling van afvalstoffen* biedt slechts een gedeeltelijke oplossing voor de verbetering van de kwaliteit van de meldingsgegevens. Ophalers van afvalstoffen zijn vanaf 1994 ook verplicht te melden (dit laat toe voortgebrachte en opgehaalde hoeveelheden met elkaar te vergelijken). Het opstellen van een *sluitende afvalstoffenbalans*, waarin elke afvalstroom van ontstaan tot definitieve verwijdering

wordt gevolgd, is voorlopig nog niet mogelijk. Het Besluit besteedt te weinig aandacht aan de activiteiten die het bedrijfsafval veroorzaken.

Om na te gaan in hoeverre verwijderingsinrichtingen voldoen aan de geldende milieunormen, is het systematisch bijhouden van een aantal technische parameters in een databank meer dan gewenst. De huidige vergunningen-databank beperkt zich tot enkele algemene gegevens (naam, adres, begin- en einddatum van de vergunning, enz.).

Versnelde uitvoering van het Afvalstoffenplan

Het Afvalstoffenplan 1991-1995 bevatte een groot aantal goede voorstellen. De praktische uitwerking laat in een aantal gevallen te wensen over. We geven enkele voorbeelden.

- In het *impulsprogramma Preventie Stimulering* (PRESTI) kunnen bedrijven of bedrijfstakken genieten van een financiële tussenkomst van overheidswege indien ze door de bedrijfsleidingen goedgekeurde plannen voorleggen die een substantiële reductie van de afvalstromen inhouden. Dit prestigieuze en noodzakelijke programma is pas in 1994 goed uit de startblokken geraakt. Een versnelde uitvoering van PRESTI dringt zich op.
- Pogingen om een model van *afvalstoffenboekhouding* te ontwikkelen hebben tot dusver niet geleid tot concrete resultaten. Het invoeren van een afvalstoffenboekhouding in een bedrijf heeft een tweeledig doel: het verplicht bedrijven na te denken over waar en waarom afvalstoffen in het bedrijf ontstaan, en het moet op termijn leiden tot een kwalitatieve verbetering van de melding van afvalstoffen.
- Het *Recyclage Actieprogramma* (RAP) ter versterking van de recyclagesector wordt verder uitgevoerd, maar de streefdata vermeld in het Afvalstoffenplan werden niet gehaald.
- *Verwezenlijkingen inzake scheiding aan de bron en recuperatie* blijven vooral beperkt tot het afval van de gezinnen. Kleine bedrijven kunnen *in de praktijk* met bepaalde moeilijk verwerkbare afvalstoffen zoals oude lampen niet terecht bij het gemeentelijk containerpark. Een ophaler komt niet langs voor 10 à 20 lampen. Bovendien is de ophaalprijs te hoog zodat het bedrijf de lampen liever breekt en met afvalcontainers laat afvoeren, samen met de overige bedrijfsafvalstoffen. Containerparken voorbehouden voor KMO's kunnen een oplossing bieden.

Kortom, de uitvoering van het voorgestelde preventie- en recuperatiebeleid in Vlaanderen heeft een gevoelige vertraging opgelopen (gedeeltelijk een gevolg van de *kennisleemten*).

Het Afvalstoffenplan voorzag een sluitingsplan voor enkele verouderde verbrandingsovens die niet aan de emissienormen voldoen, en een investeringsplan voor grootschalige verbrandingsinstallaties met energierecuperatie. Een aantal ovens werden inmiddels gesloten, andere ovens zijn of worden voorzien van rookgasreiniging. In 1994 werd beslist een verbrandingsoven in Vlaams-Brabant te bouwen, in weerwil van het *niet-in-mijn-achtertuin-syndroom*.

Bij de uitvoering van de plannen wordt de OVAM sterk gehinderd door een gebrek aan middelen en personeel (het voorziene personeelskader is onvoldoende ingevuld).

We besluiten dat de overheid niet zozeer het voorgestelde beleid radicaal moet ombuigen, dan wel dat ze het vooropgezette beleid zo snel mogelijk moet onderbouwen en uitvoeren. Hiertoe moet de OVAM de nodige *middelen en mensen* krijgen, ook om de nog talrijk aanwezige kennisleemten op te vullen.

5 | Maatregelen

5.1 | Mogelijke maatregelen

Procesgeïntegreerde maatregelen

De bedrijven die de afvalstromen veroorzaken kunnen zelf (gedeeltelijke) oplossingen aanbieden, namelijk via *afvalpreventie*.

Afvalpreventie is het voorkomen of beperken van het ontstaan van afval door 'reductie aan de bron' of door intern hergebruik, en/of het verminderen van de totale milieuschadelijkheid van afval.[8]

- *'Reductie aan de bron'* is vermindering van de hoeveelheid en/of de schadelijkheid van afval aan de bron door produktveranderingen en door wijzigingen in de procestechnologie en procesuitvoering, waaronder wijzigingen van grondstoffen en/of hulpstoffen.
- *Intern hergebruik* is hergebruik van afvalstoffen binnen het bedrijf, waarbij deze worden teruggevoerd als grondstof in hetzelfde of een ander produktieproces, bewerkt met materiaalterugwinnning als doel, of ingezet voor een andere nuttige toepassing.

We geven slechts enkele voorbeelden van mogelijke preventiemaatregelen voor enkele geselecteerde afvalstromen:

- *vlieg- en bodemas afkomstig van de elektriciteitsbedrijven*: doorgedreven elektriciteitsbesparing voor alle toepassingen, uitbouw van hernieuwbare energie.
- *afvalstoffen afkomstig van de hydrometallurgische zinkproduktie*: de overschakeling van het jarosiet- naar het goethietprocédé levert een aanzienlijke afvalstoffenreductie op (-26 %). Bovendien wordt bespaard op het energieverbruik en is de afvalstof stabieler en minder uitloogbaar.
- *fosforzuurgips afkomstig van de chemische nijverheid*: het gebruik van een schoner fosfaaterts geeft een schoner fosforzuurgips; het fosfaaterts kan worden ontsloten met een andere hulpstof dan zwavelzuur, alhoewel hierdoor andere afvalstoffen vrijkomen.
- *kunststofafval afkomstig van bedrijven waar grondstoffen worden geproduceerd voor de kunststofverwerkende nijverheid en van de kunststofverwerkende nijverheid zelf*: een verbetering van het interne reststoffenbeheer kan leiden tot aanzienlijke reducties.
- *galvanoslib afkomstig van de metaaloppervlaktebewerking*: verminderen van de oversleep door een beter ontwerp van trommels en rekken; een beter ontwerp en plaatsing van de werkstukken; het verlengen van de uitlektijd; het gebruik van schonere technieken zoals cyanide vrij verzinken; het terugwinnen van metalen bij spaarspoelen door het gebruik van electrolyse, verdamping, omgekeerde osmose, membraanelectrolyse, enz..
- *spuitafval/verf afkomstig van vele industriële sectoren waar men hout of metaal van een verflaag voorziet:* verwarming van de verf of de spuitlucht; gebruik van oplosmiddelarme verven zoals waterbasisverven; gebruik van oplosmiddelvrije verven zoals twee componenten verven of uv-hardende systemen; gebruik van poeder-coatings; het reduceren van de overspray, onder andere door het gebruik van gieten en kwasten, vacuüm coaten, high-volume-low-pressure spuiten, lage druk airless pistool, enz.; opvang en intern hergebruik van overspray (verfdeeltjes) en oplosmiddelen; enz..

Voor de gezinnen betekent 'reductie aan de bron' onder meer:

- goed voorraadbeheer: nakijken hoe snel een produkt wordt opgebruikt; nakijken of het produkt correct wordt gebruikt, zonder verspillingen; enkel de hoeveelheden aankopen die men nodig heeft; enz..
- milieubewust aankopen: zoveel mogelijk produkten aankopen die bestaan uit biodegradeerbare materialen; de voorkeur geven aan herbruikbare verpakkingen; geen spuitbussen met drijfgassen aankopen; eigen compost gebruiken; verf op waterbasis gebruiken; enz..

Emissiebrongerichte maatregelen

Een aantal bedrijven specialiseren zich in *recuperatie*, *hergebruik*, *nuttige toepassing*, *recyclage*, *compostering* of *regeneratie* van afvalstoffen. Algemene, sluitende definities van deze begrippen bestaan niet.

Recuperatie is in het Afvalstoffenplan een verzamelbegrip voor hergebruik, recyclage en compostering. Hergebruik is het opnieuw aanwenden van produkten of materialen nadat zij afvalstof zijn geweest. Recyclage is het terugwinnen van grondstoffen uit afvalstoffen en het inzetten ervan, als gehele of gedeeltelijke vervanging van primaire grondstoffen, in een produktieproces. Composteren is een proces waarbij organisch materiaal door bacteriën, schimmels en kleine bodemorganismen wordt omgezet in een humusrijk, aardachtig produkt dat compost wordt genoemd.

In het Afvalstoffendecreet wordt *nuttige toepassing* gebruikt als verzamelbegrip. De wetgever heeft geen specifieke voorkeur voor hergebruik, terugwinning van grondstoffen of terugwinning van energie. Uitvoeringsbesluiten zullen uitmaken welke activiteiten wettelijk worden beschouwd als nuttige toepassing.

We geven slechts enkele voorbeelden van recuperatie of nuttige toepassing:

- *Ferro en non-ferro schroot*: schroot kan worden hersmolten. Metalen zijn uitermate geschikt voor recuperatie omdat ze vrijwel onbeperkt recycleerbaar zijn en omdat de produktie uit primaire grondstoffen (ertsen) of uit secundaire grondstoffen (schroot) kwalitatief gelijkwaardige produkten oplevert. Recycling van metalen levert bovendien een aanzienlijke energiebesparing op. Voor aluminium is de energiebesparing zelfs 90 % of meer. De winning van aluminium uit bauxiet (de primaire grondstof) is immers zeer energie-intensief.
- *Organische oplosmiddelen zoals white spirit, thinner, tolueen, trichloorethaan,* perchloorethyleen, enz.: dergelijke stoffen kan men vrij eenvoudig uit afvalslib herwinnen door destillatie.
- *Afvalolie* : afgewerkte olie kan na herraffinage opnieuw worden gebruikt als smeerolie.
- *GFT-afval*: in het Vlaamse DRANCO-procédé verloopt het composteringsproces in gesloten reactoren onder anaërobe omstandigheden, waarbij biogas (methaan) vrijkomt naast een droge en zeer stabiele compost. Andere procédés produceren enkel compost.

Curatieve en effectgerichte maatregelen

Ondanks alle procesgeïntegreerde en emissiebrongerichte maatregelen zal het *verbranden* en *storten* van bepaalde hoeveelheden afvalstoffen noodzakelijk blijven.

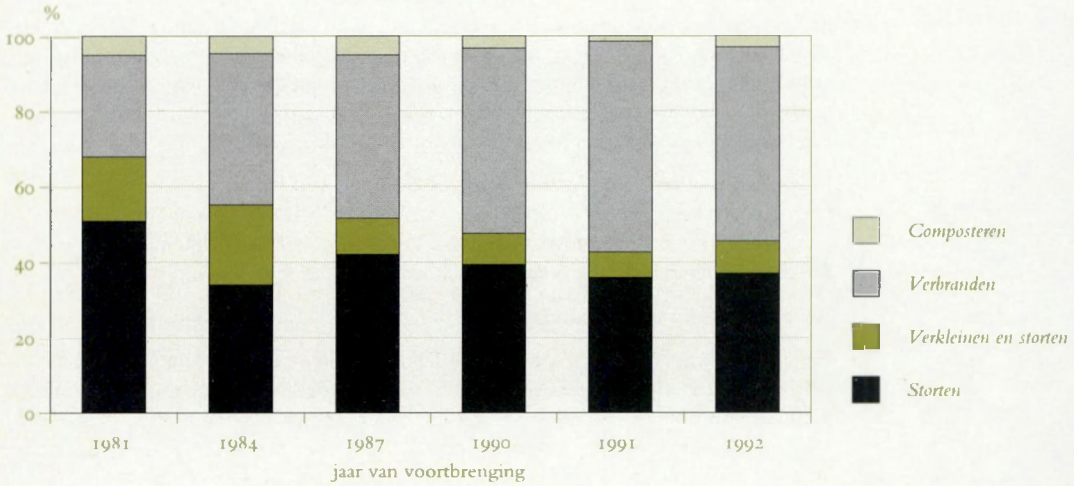
De hoofdbedoeling van verbranding is organisch belaste afvalstoffen op hoge temperatuur om te zetten tot inerte ongevaarlijke assen en verbrandingsgassen bestaande uit CO_2 en waterdamp. De verbranding gebeurt meestal in een draaitrommeloven of in een roosteroven. Het is mogelijk om tijdens de verbranding van afval energie terug te winnen, die bijvoorbeeld wordt gebruikt voor de produktie van elektriciteit. Een voordeel van afvalverbranding is de volumeverkleining tot ongeveer 10 % van het oorspronkelijk volume (minder ruimtebeslag bij het storten van de assen) en de gewichtsreductie (voor huishoudelijk afval van 70 % tot 80 %).

Het storten van afval (inclusief verbrandingsresten) is de laatste stap in de afvalketen. Zowel de *kwantiteit* als de *kwaliteit* van het te storten afval moeten worden beheerst. Te storten afvalstoffen moeten in principe anorganisch en steekvast zijn, en een aanvaardbaar uitlooggedrag vertonen.

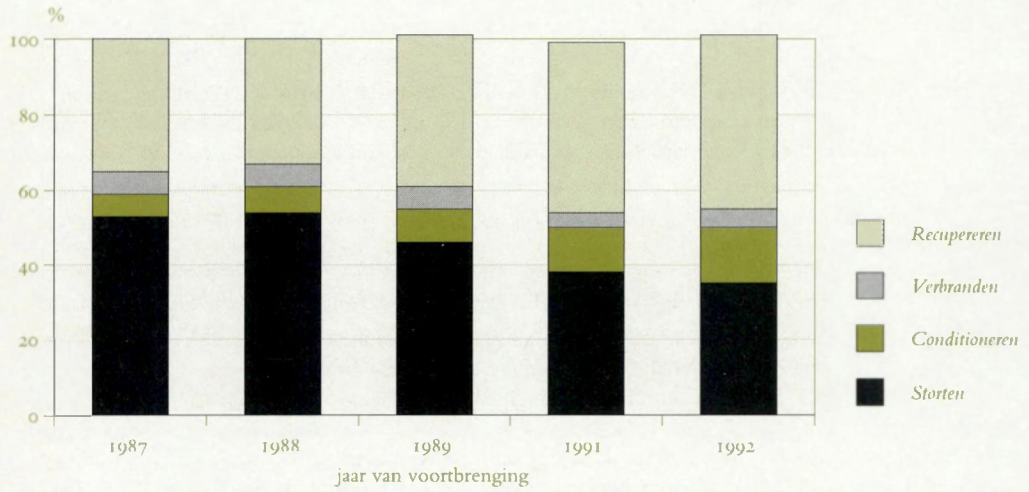
5.2 | Evaluatie van de maatregelen

Figuren 5 en 6 geven de *gemelde* evolutie van de verwerking van niet selectief ingezameld huishoudelijk afval en van bedrijfsafval in de industrie (exclusief opruimafval, bijzonder afval en afval van verwijdering en sanering).

Figuur 5: Gemelde evolutie van de verwerking van huisvuil en grof vuil (in %).



Figuur 6: Gemelde evolutie van de verwerking van bedrijfsafval in de industrie (in %).



Voor alle afvalstoffen, maar vooral voor gevaarlijke afvalstoffen, biedt *afvalpreventie* het *meest duurzame* alternatief. Gegevens over bestaande preventie in Vlaanderen zijn zeer schaars, met uitzondering van enkele gegevens verzameld voor enkele bedrijven in het PROSA-project[9] en voor enkele deelsectoren in het RAPIDO-project[10]. PROSA en RAPIDO leren dat in Vlaanderen nog veel is te realiseren vooraleer de vooropgestelde doelstellingen inzake preventie worden bereikt. De grootste uitdaging is het bewerkstelligen van een *mentaliteitswijziging* bij gezinnen, bedrijven en overheden.

Recuperatie zorgt voor een verminderd energie- en grondstoffengebruik en kan een aanvaardbaar alternatief zijn voor een deel van de relatief onschadelijke afvalstoffen dat niet of niet meer te voorkomen is (bv. GFT, papier, karton, glas, schroot, enz.), mits aan een aantal randvoorwaarden is voldaan (interne milieuzorg in de recuperatiesector; verzekerde afzet). Initiatieven inzake gescheiden aanbod lopen dood, indien de afzet van gerecupereerde produkten niet wordt verzekerd (*'markets first, collection second'*).

Recuperatie biedt slechts een gedeeltelijke oplossing. Vele materialen (papier, kunststoffen) kunnen niet onbeperkt worden geregenereerd, en komen finaal terecht in de oven en op de stortplaats. Recuperatie gebeurt door middel van produktieprocessen die op hun beurt afvalstoffen voortbrengen. Onbruikbare stoffen worden verwijderd, maar verdwijnen niet en worden niet steeds onschadelijk gemaakt (bv. het zuiveren van afvalolie houdt in dat een onzuiver deel achterblijft dat eventueel gevaarlijke stoffen kan bevatten). Malafide praktijken van enkele recuperatiebedrijven kunnen het imago van heel de sector schaden. Recuperatie is voor bepaald afval technisch onhaalbaar (*probleemafval*). Er zijn ook economische problemen, bijvoorbeeld: de hoeveelheden, de samenstelling en de prijzen van de aangeboden afvalstoffen (bv. schroot, oud papier) fluctueren sterk, de bestaande capaciteiten voldoen niet altijd, de marktprijzen voor gerecupereerde stoffen schommelen sterk en kunnen vaak niet concurreren met de prijzen van maagdelijke stoffen, de kwaliteit van de gerecupereerde produkten laat soms te wensen over (*downcycling* i.p.v. *recycling*), de afzet is niet continu verzekerd (wat aanleiding kan geven tot grote voorraden, bv. van rubberbanden), de winstmarges zijn klein, enz.. Bovendien verzet de bevolking zich tegen de vestiging van recuperatiebedrijven (een goed voorbeeld is het gemeentelijk verzet tegen de bouw van een sorteercentrum in Vlaams-Brabant).

Het afval dat niet te voorkomen of te recupereren is, moet volgens het Afvalstoffenplan worden *verbrand* (in principe met energierecuperatie), of indien dit niet kan, *gestort*.

Het is moeilijk na te gaan in hoeverre de bestaande verwijderingsinrichtingen voldoen aan de geldende normen inzake veiligheid en bescherming van het milieu. Ze moeten *minstens* voldoen aan de milieuvoorwaarden opgelegd in VLAREM II. Noch voor verbrandingsovens, noch voor stortplaatsen worden technische gegevens in dit verband systematisch in een bijgehouden.

De gassen van de verbrandingsprocessen zijn belast met zuurvormende anorganische verbindingen, vooral afkomstig van de chloor-, fluor- en zwavelverbindingen in de afvalstoffen. Om de emissies van deze vervuilende stoffen te beperken is de bouw van zuiveringsapparatuur noodzakelijk. Zuivering kan op haar beurt problemen veroorzaken (bv. waterverontreiniging bij 'natte gaswassing', wat dan bijkomend waterzuivering vereist). De reststoffen van het verbrandingsproces (assen, slakken) en van de zuiveringsprocessen moeten nog altijd worden gestort.

Uit een meetcampagne van de milieu-inspectie eind 1992 bleek dat alle huisvuilverbrandingsovens in Vlaanderen voor één of meerdere emissienormen in overtreding waren met hun exploitatievergunning. De overtredingen varieerden van licht tot flagrant. De toestand bij kleinschalige, bedrijfsgebonden verbrandingsinstallaties is niet bekend, maar het is vrijwel zeker dat een belangrijk aantal emissies de geldende normen overschrijden. Om verbranding van afval vanuit milieuoogpunt aanvaardbaar te maken moeten de verbrandingsprocessen nauwkeurig worden gestuurd en moeten de rookgassen volledig worden gezuiverd. Deze vereisten maken dat de oudere, kleinschalige verbrandingsovens moeten worden gesloten en vervangen door enkele moderne installaties.

Op een *stortplaats* ontstaan emissies in de vorm van percolatiewater en stortgas. Deze emissies moeten zo goed mogelijk worden beheerst, door middel van een aantal (tech-

nische) maatregelen. Deze maatregelen bestaan onder andere uit het aanbrengen van onderafdichtingen, drainagestelsels, voorzieningen voor de verwerking van het percolatiewater en voorzieningen voor het opvangen en afvoeren van neerslag en stortgas.

We weten niet in hoeverre de bestaande storten voldoen aan de geldende milieunormen. Maar zelfs voor goed beheerde storten zijn ongecontroleerde emissies als gevolg van het ongewild doorbreken van de onderafdichting en/of bovenafdichting nooit volledig uit te sluiten. Stortplaatsen vereisen permanente nazorg. Het storten van afval is in die zin het afwentelen van milieuproblemen naar de volgende generaties.

De toenemende hoeveelheid aangeboden afvalstoffen (mede het gevolg van het achterwege blijven van voldoende afvalpreventie en recuperatie) en de sluiting van ovens en stortplaatsen (mede het gevolg van de gebrekkige milieuvoorzieningen) leiden op korte termijn tot een *onevenwicht* tussen vraag naar en aanbod van afvalverwijdering. Voor sommige afvalstoffen (bv. risicodragend specifiek ziekenhuisafval) is de toestand begin 1994 kritiek. Afvalpreventie is dringend noodzakelijk om de voortgebrachte hoeveelheden afval sterk te reduceren. Afvalrecuperatie moet het niet te vermijden afval in de economische kringloop houden. Voor de niet te vermijden en niet te recuperen afvalstoffen moet voldoende verbrandings- en stortcapaciteit worden voorzien, waarbij rekening wordt gehouden met de meest stringente milieuvoorwaarden. Knelpunten zijn het hevige verzet van de bevolking tegen nieuwe ovens en stortplaatsen (het zogenaamde *niet-in-mijn-achtertuin-syndroom*), en problemen bij het inschatten welke capaciteiten voldoende zijn (dit is namelijk sterk afhankelijk van de mate waarin preventie en recuperatie zullen worden gerealiseerd). Een overschatting van de benodigde capaciteiten kan tot gevolg hebben dat preventie minder noodzakelijk wordt geacht.

Referenties

1 OVAM, Inventarisatie huishoudelijke afvalstoffen, Diverse rapporten, Mechelen.

2 OVAM, Inventarisatie industriële afvalstoffen, Voorbereiding Ontwerpplan 1991-1995, Mechelen, 1990.

3 OVAM, Afvalstoffenplan 1991-1995, Mechelen, 1991.

4 Braekevelt A. en Vanacker L., Masterplan GFT- en groenafval, OVAM, Mechelen, 1991.

5 GOM-West-Vlaanderen, Afvalproduktie en -verwerking in West-Vlaanderen, "Evaluatie van de aktuele situatie en prognose naar het jaar 2000", Brugge, 1993.

6 GOM-Limburg, Integraal ontwikkelingsplan Limburg 2010, Deelrapport nutsvoorzieningen, 1993.

7 Studiesyndicaat HOSPAVER, Marktonderzoek ziekenhuisafval, ESA, Antwerpen, 1993.

8 PRISMA, Project Industriële Successen Met Afvalpreventie, Handleiding voor preventie van afval en emissies, SDU uitgeverij, 's-Gravenhage, 1990.

9 PROSA, Project Preventie Onderzoek in het Scheldebekken gericht op Afval- en emissiereduktie, Diverse rapporten, UG en ESM, 1992.

10 RAPIDO, project Recuperatie- en Afvalpreventieplannen in de Industrie als instrument voor Duurzame Ontwikkeling, Diverse rapporten, STEM en ESM, 1994.

11 Freeman H., Hazardous Waste Minimization, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1990.

Begeleiders

R. Ansoms, INDAVER

C. Bosch, SIREV-FCN

G. Heuninck, GOM Oost-Vlaanderen

E. Lammens, GOM Vlaams-Brabant

A. Peeters, GOM Limburg

Ph. Tavernier, GOM West-Vlaanderen

L. Vanacker, OVAM

B. Van de Velden, GOM Antwerpen

H. Waeterschoot, Union Minière

III.6 Waterverontreiniging

N. De Pauw, E. Poelman,
Vakgroep Toegepaste Ecologie en Milieubiologie, RUG

1 | Beschrijving van het thema

In Vlaanderen zorgt ons gematigd zeeklimaat voor voldoende water. De neerslag voert ongeveer 10 miljard m^3 water per jaar aan. Hiervan verdampt ongeveer 6 miljard m^3 en wordt 4 miljard m^3 afgevoerd via beken en rivieren. 1,5 miljard m^3 komt er nog bij via doorvoer vanuit het zuiden[1]. Minder dan 20 % van de theoretisch beschikbare watervoorraden worden aangewend. Door verontreiniging voldoet het beschikbare water echter in vele gevallen niet meer aan de kwaliteitseisen. Rivieren worden gebruikt als open riolen; huishoudelijk, industrieel en agrarisch afvalwater worden nog dikwijls geloosd zonder enige vorm van zuivering. Voornamelijk door diffuse verontreiniging gaat ook de kwaliteit van het grondwater op vele plaatsen sterk achteruit.

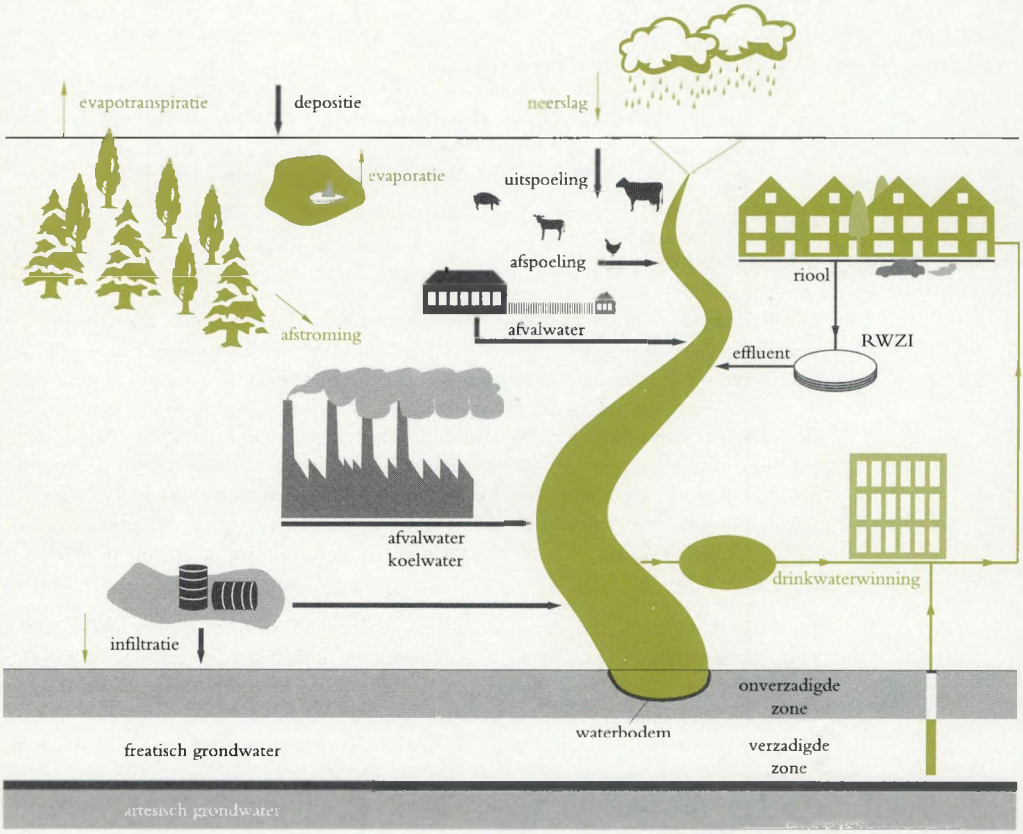
Ondanks de talrijke Europese, nationale en Vlaamse beleidsmaatregelen inzake waterverontreiniging is de waterkwaliteit in Vlaanderen anno 1994 op de meeste plaatsen slecht. Dit geldt zowel voor de kwaliteit van het *oppervlaktewater* en de *waterbodems*, als voor het *grondwater*. Water heeft in onze moderne maatschappij namelijk vele *functies* en wordt voor de meest uiteenlopende doeleinden gebruikt (tabel 1). De problemen situeren zich daar waar verschillende functies niet meer met elkaar verenigbaar zijn, waar belangengroepen met elkaar in conflict treden of waar ingrepen van de mens het waterecosysteem ontwrichten.

Tabel 1: Functies en gebruik van water in Vlaanderen (cijfers 1989-1993).

• Drinkwater	535 miljoen m^3/jaar
• Zwemwater	46 zwemplaatsen - 39 kustbadzones
• Viswater	150 beschermde viswateren
• Industrie	118 miljoen m^3/jaar drinkwater; 473 miljoen m^3/jaar grondwater
• Landbouw	118 miljoen m^3/jaar
• Huishoudens	110 l water per persoon per dag
• Verkeer en vervoer	1 150 km bevaarbare waterlopen
• Recreatie en toerisme	5 900 ha vijvers/1 961 ha voor watersport
• Koelwater	3,23 miljard m^3 per jaar
• Ontvangen van afvalwater	40 000 lozingspunten
• Voeden rivieren en kanalen	20 000 km waterlopen
• Voeden grondwater	30 watervoerende lagen
• Natuurbehoud	42 vissoorten, 64 soorten waterwild, ...

De watercyclus, weergegeven in figuur 1, geeft een beeld van de wegen die het water kan volgen en duidt tevens de belangrijkste oorzaken van verontreiniging aan. Zowel puntlozingen als diffuse lozingen vormen een constante bedreiging voor oppervlaktewater (stromend, stilstaand, zoet, brak en zout) en grondwater (diep en ondiep).

Figuur 1: Watercyclus en oorzaken van waterverontreiniging.



Bij de bespreking van de *oppervlaktewaterkwaliteit* moet ook de *waterbodemkwaliteit* in beschouwing worden genomen. Het ecosysteem water is namelijk het geheel van water, waterbodem, oevers, gesuspendeerd materiaal en aanwezige organismen. Tussen deze componenten bestaat een voortdurende wisselwerking. Zware metalen en organische microverontreinigingen hebben bijvoorbeeld de neiging te adsorberen aan het zwevend materiaal. Na sedimentatie wordt op die manier de waterbodem verontreinigd. Omgekeerd kan ook de verontreinigde waterbodem de kwaliteit van het water negatief beïnvloeden doordat verontreinigd bodemmateriaal weer suspendeert.

Uit een ruwe schatting van het totale volume water in de waterlopen en de gemiddelde afvoer kan worden afgeleid dat de gemiddelde verblijftijd van het oppervlaktewater ongeveer 6 dagen bedraagt[1]. De gemiddelde verblijftijd van het grondwater is daarentegen veel moeilijker te schatten maar bedraagt voor de meeste grondwaterlagen vele tientallen tot honderden jaren. De *grondwaterverontreiniging* moet daarom als bijzonder gevaarlijk beschouwd worden, omdat ook de komende generaties de gevolgen ervan zullen ondervinden. De kwaliteit van het grondwater wordt in

Vlaanderen sterk bedreigd door onder meer het dumpen van stedelijk en industrieel afval, het lekken van riolen en brandstoftanks, de overmatige bemesting met uitspoeling van nitraten, de contaminatie met persistente bestrijdingsmiddelen, enz.. Nochtans zijn we voor ongeveer 50 % van ons drinkwater afhankelijk van grondwaterwinningen[2] en ook de industrie en de landbouw pompen aanzienlijke hoeveelheden grondwater op.

De *drinkwaterproduktie* is afhankelijk van de kwaliteit van het oppervlaktewater en van het grondwater dat als ruw water wordt gebruikt. Door verontreiniging wordt het steeds moeilijker drinkwater te produceren dat voldoet aan alle wettelijke normen.

Uit figuur 1 blijkt ook de *verwevenheid* van het thema waterverontreiniging met de *andere milieuthema's* zoals verzuring (zie III.2A), vermesting (zie III.3), verspreiding van gevaarlijke stoffen (zie III.4), afvalstoffen (zie III.5), bodemverontreiniging (zie III.7), stankhinder (zie III.9), verdroging (zie III.11), versnippering van de open ruimte (zie III.12), milieuverstoringen in stedelijke gebieden (zie III.13) en biodiversiteit (zie III.14).

Door de sterke versnippering van de bevoegdheden inzake waterkwaliteitsbeheer en -controle is het niet eenvoudig om een globaal beeld van de waterverontreiniging in het Vlaamse Gewest te schetsen. De inventarisatie wordt bovendien nog bemoeilijkt doordat in vele gevallen de meetnetten ontbreken, nog maar heel recent opgericht werden, of gewijzigd werden.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Algemene waterkwaliteit

Oppervlaktewater

De kwaliteit van het oppervlaktewater in Vlaanderen wordt zowel biologisch als fysisch-chemisch bepaald. De Belgische Biotische Index (BBI) geeft de *biologische kwaliteit* van het oppervlaktewater aan[3]. Deze index is gebaseerd op de aanwezigheid van macro-invertebraten als indicatoren van waterverontreiniging. De verscheidenheid en de relatieve gevoeligheid van deze macro-invertebraten zijn een maat voor de verontreinigingsgraad van de plaats waar het monster is genomen. De BBI levert een cijfer op tussen 0 en 10 dat verder kan worden ondergebracht in vijf waterkwaliteitsklassen (I = zeer goede tot V = zeer slechte kwaliteit). Een BBI groter dan 6 is één van de basiskwaliteitsdoelstellingen die tegen 1 juli 1995 in Vlaanderen gehaald moeten worden.

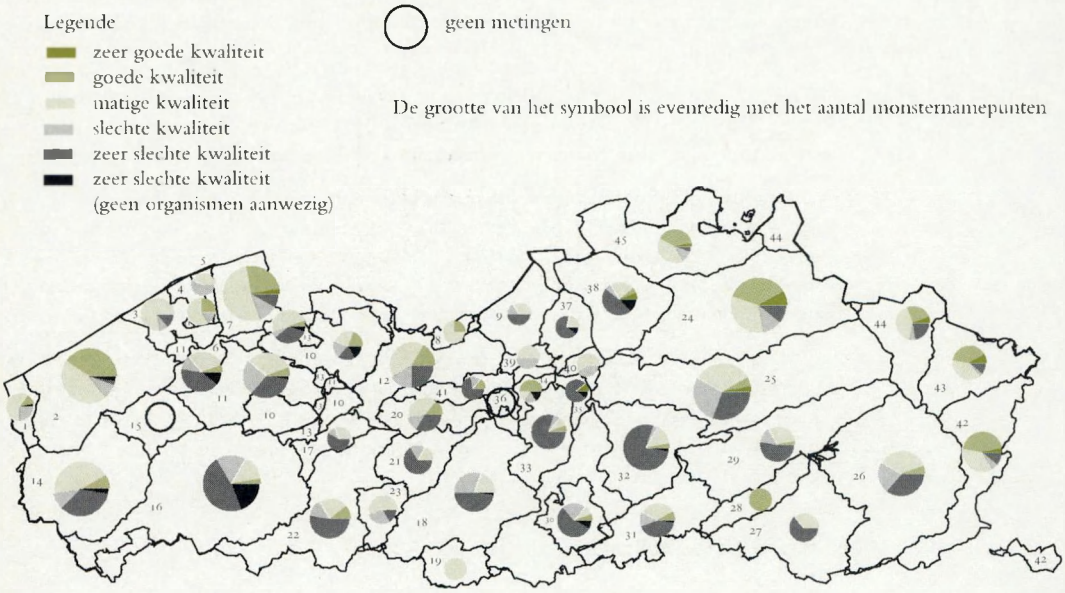
Tabel 2 geeft voor de periode 1978-92 het aandeel van elke biologische waterkwaliteitsklasse aan en het aantal meetpunten (in %) waar de basiskwaliteitsnorm overschreden werd, dit is waar de BBI kleiner was dan 7.

Tabel 2: Evolutie van de biologische waterkwaliteit in de periode 1978-92[4,5,6]

Jaar		1978	1989	1990	1991	1992
Aantal meetpunten		289	473	415	402	861
BBI	Kwaliteitsklasse	%	%	%	%	%
10 - 9	I. zeer goed	0	2	0	1	2
8 - 7	II. goed	6	16	16	16	17
6 - 5	III. matig	30	31	32	26	39
4 - 3	IV. slecht	25	14	15	15	15
2 - 0	V. zeer slecht	38	37	37	42	27
Normoverschrijdingen (%)		*94*	*82*	*84*	*83*	*81*

Figuur 2 geeft voor de 45 AWP-bekkens een algemeen beeld van de biologische waterkwaliteit in Vlaanderen.

Figuur 2: Biologische waterkwaliteit (1989-92)



Bron: VMM[7].

Voor de bepaling van de algemene *fysisch-chemische waterkwaliteit* bestaan veel verschillende methoden. Sinds 1990 gebruikt de VMM de Basis-Prati-Index (BPI). Hierbij worden de gemeten waarden voor procentuele zuurstofverzadiging, chemisch zuurstofverbruik (CZV) en concentratie aan ammoniakale stikstof omgerekend naar indexwaarden. Het gemiddelde van deze waarden levert de BPI die zoals de BBI verder wordt ingedeeld in 5 klassen[8]. De BPI maakt het mogelijk om de zuurstofhuishouding van waterlopen te vergelijken en te evalueren.

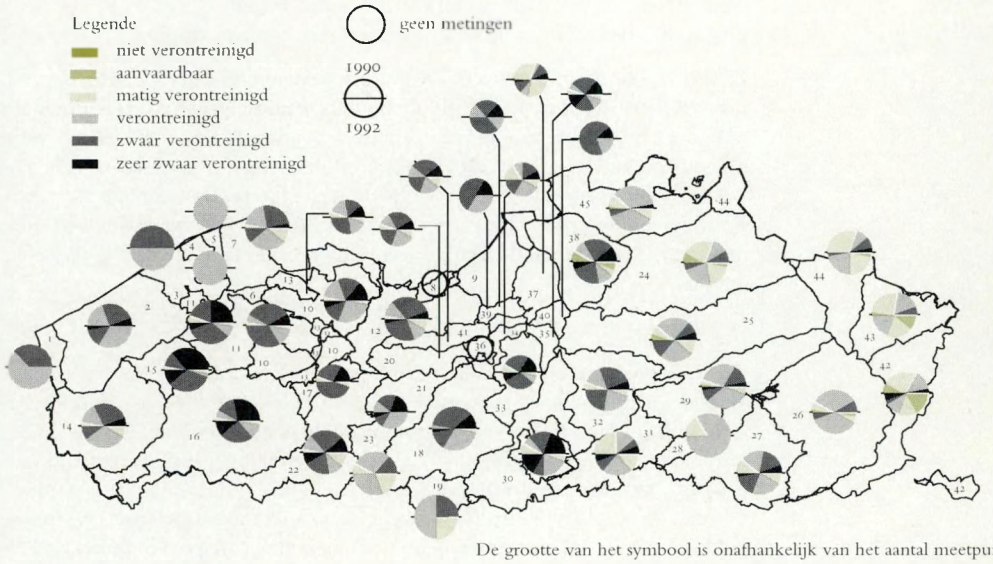
Tabel 3 geeft een beeld van de evolutie van de fysisch-chemische waterkwaliteit in Vlaanderen voor de periode 1980-92. De cijfers voor de periode 1980-90 kunnen echter niet rechtstreeks vergeleken worden met die voor de periode 1990-92. De redenen hiervoor zijn dat de gebruikte indexen verschillen (QI en BPI), dat het aantal en de ligging van de meetpunten verschilt, en dat andere bemonsteringswijzen of analysemethoden werden toegepast.

Tabel 3: Evolutie van de fysisch-chemische waterkwaliteit voor de periode 1980-92[5,6,9].

	1980	1985	1987	1990	1990	1991	1992
Index	QI	QI	QI	QI	BPI	BPI	BPI
Meetnet	IHE	IHE	IHE	IHE	VMM	VMM	VMM
Aantal meetpunten	314	152	152	96	957	950	994
1. zeer goed	13	1	9	6	0	0	0
2. goed	31	20	18	17	3	2	2
3. matig	48	32	36	33	15	16	17
4. slecht	7	36	32	42	26	31	43
5. zeer slecht	0	11	5	2	56	51	38

Figuur 3 geeft de fysisch-chemische waterkwaliteit in 1990 en 1992.

Figuur 3: Fysisch-chemische waterkwaliteit in 1990 en 1992.



De grootte van het symbool is onafhankelijk van het aantal meetpunten

Bron: VMM

De geleverde inspanningen inzake waterzuivering, ongeveer 60 miljard BF voor collectoren en RWZI's sinds 1970[1,10], blijken dus slechts een gering positief resultaat te hebben opgeleverd. Wel kunnen we uit de fysisch-chemische index afleiden dat het procentueel aandeel van de klasse 'zeer slechte kwaliteit' tijdens de laatste jaren lichtjes is gedaald.

De hogervermelde gegevens zijn voornamelijk verzameld in functie van lozingen, waardoor de kwaliteit van de volledige waterlopen enigszins wordt onderschat. Het aantal meetpunten is in de meeste stroomgebieden ook relatief beperkt De studie 'Inventarisatie en typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest'[11] maakt per stroomgebied een inventaris van de nog resterende ecologisch waardevolle waterlopen. Uit de reeds voltooide deelstudies blijkt dat in de meeste stroomgebieden nog zeer zuivere waterlopen met interessante levensgemeenschappen voorkomen. Met uitzondering van het Nete- en Maasbekken zijn deze echter beperkt tot de kleine bovenlopen. Een weergave van de waterkwaliteit in functie van het aantal kilometer waterlopen zou in de toekomst nuttig zijn.

Waterbodems

Het onderzoek naar en de beoordeling van de waterbodemkwaliteit staat in Vlaanderen vrijwel nergens. Het eerste multidisciplinair wetenschappelijk onderzoek naar de inventarisatie en de sanering van de waterbodems (i.o.v. AMINAL) is begin 1994 van start gegaan. Uit een verkennende studie van de VMM[12] valt af te leiden dat de waterbodem van de volgende rivieren door microverontreinigingen "zwaar verontreinigd" is (d.i. hoogste klasse 4 volgens Nederlandse normen vermeld in 'Derde Nota Waterhuishouding'): Boven-Schelde, Zwarte en Grote Spierebeek (bekken van de Boven-Schelde); Zenne (Dijlebekken); Grote Laak en Winterbeek (Netebekken); Maas te Lanaken, Dommel en Eindergatloop (Maasbekken); Kanaal Gent-Terneuzen, Boudewijnkanaal en Zijdelingsgeleed (Polders en Gentse Kanalen), Leie te Gent en Gaverbeek (Leiebekken).

Grondwater

Om de verontreiniging van grondwater aan te duiden bestaan geen algemene indexen zoals voor oppervlaktewater. Bovendien bevindt de uitbouw van een grondwatermeetnet zich momenteel nog maar in een beginfase. Een algemeen beeld van de grondwaterkwaliteit kan dan ook (nog) niet gegeven worden.

Er zijn wel reeds 'grondwaterkwetsbaarheidskaarten' van het Vlaamse Gewest opgemaakt[13]. Deze kaarten geven, in functie van de lokale geologie en hydrogeologie, een statische beoordeling van de risico's inzake grondwaterverontreiniging. Voornamelijk de ondiepe, niet afgeschermde grondwaterlagen zijn zeer kwetsbaar. In de periode 1982-85 bleken ongeveer 84 % van de onderzochte private ondiepe putwaters in Vlaanderen niet drinkbaar te zijn (d.w.z. dat minstens één norm werd overschreden), met overschrijding van de drinkwaternorm voor nitraat in ongeveer 38 % van de gevallen[14].

Drinkwater

Tussen september 1989 en juli 1992 moesten aan de drinkwatermaatschappijen in Vlaanderen 35 afwijkingen worden toegestaan inzake de kwaliteitsnormen voor drinkwater. Onder meer voor de parameters atrazine, simazine, fluor, kalium, natrium, nitraat en organische stoffen konden de wettelijke normen niet altijd worden gehaald[2]. Volgens een drinkwateronderzoek uitgevoerd door het IHE in 1987 was in 3 % van de gevallen het leidingwater in Vlaanderen niet drinkbaar. 2 % van de stalen voldeed niet aan de bacteriologische normen en bij 1 % werd het nitraatgehalte overschreden[15].

2.2 | Immissies en deposities

Tabel 4 geeft voor een aantal stoffen en elementen het relatief kwantitatief belang aan voor de verontreiniging van het oppervlaktewater, de waterbodems en het grondwater in Vlaanderen.

Tabel 4: Verontreinigende elementen met aanduiding van hun relatief belang voor de waterverontreiniging in Vlaanderen (toestand 1994).

Verontreinigende elementen	Ontvangend compartiment		
	Oppervlaktewater	Waterbodems	Grondwater
• Zuurstofbindende stoffen	+++	+++	-
• Nutriënten	+++	++	+++
• Zware metalen	++	+++	++
• Organische microverontreinigingen	++	+++	+++
• Zuren	+	+	+
• Zouten	+	+	++
• Zwevende stoffen	+	++	-
• Inert afval	+	+	-
• Radioactiviteit	+	+	+
• Koelwater	+	-	-
• Ziekteverwekkers	++	-	++

+++ zeer belangrijk, ++ belangrijk, + minder belang, - geen belang

Oppervlaktewater en waterbodems

Zuurstofbindende stoffen. De belangrijkste oorzaak van oppervlaktewaterverontreiniging ligt bij de zuurstofbindende stoffen, zoals bijvoorbeeld eiwitten, koolhydraten en vetten. Voor de biologische afbraak van deze organische stoffen wordt zuurstof aan het water onttrokken zodat het zuurstofgehalte van het water daalt. De VMM meet de verontreiniging door zuurstofbindende stoffen aan de hand van vier variabelen:

- de concentratie aan opgeloste zuurstof;
- de biologische zuurstofvraag (BZV);
- de chemische zuurstofvraag (CZV);
- de concentratie aan ammoniakale stikstof.

Uit de metingen in 1992 blijkt dat de situatie in Vlaanderen zeer kritiek is. Voor opgeloste zuurstof, BZV en CZV voldeden respectievelijk 34 %, 61 % en 85 % van de stalen niet aan de normen voor basiskwaliteit[6]. De helft van de CZV-metingen noteerden meer dan 54 mg/l en het gemiddelde bedroeg 90,7 mg/l, terwijl de basiskwaliteitsnorm maar 30 mg/l toelaat. Tabel 3 schetst op indirecte wijze de evolutie van de zuurstofhuishouding in onze waterlopen van 1980 tot 1992. Ondanks de geringe positieve trend is het duidelijk dat we nog zeer veraf zijn van de basiskwaliteitsdoelstellingen die in Vlaanderen moeten worden gehaald tegen 1 juli 1995.

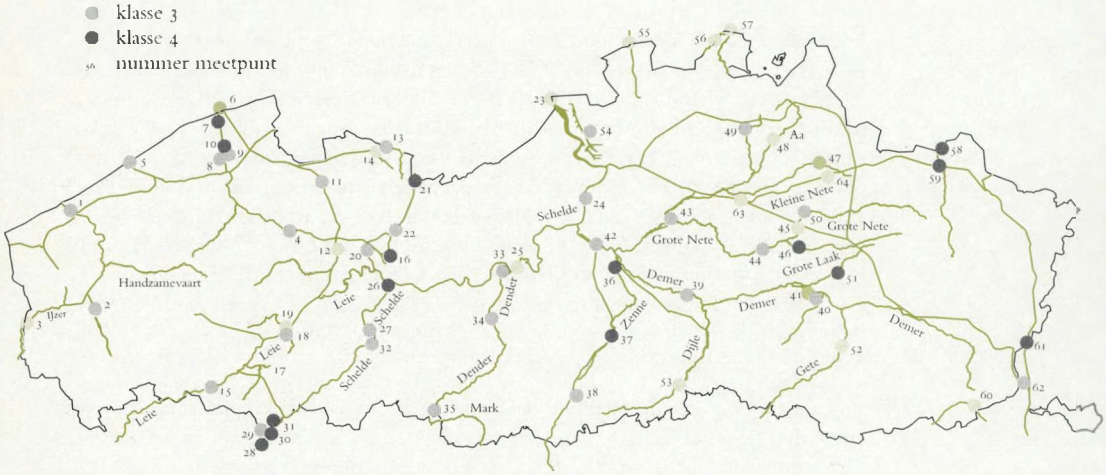
Nutriënten. Stikstof kan in water in opgeloste vorm voorkomen als ammoniakale stikstof, als nitriet of als nitraat. De eerste vorm is karakteristiek voor zuurstofarm water. Fosfor komt in het water voornamelijk voor in de vorm van opgeloste orthofosfaten. Samen met stikstof is fosfor de oorzaak van de uitgesproken eutrofiëring van de oppervlaktewateren. Ammoniakale stikstof doet bovendien het zuurstofgehalte dalen wanneer nitrificerende bacteriën het omzetten tot nitriet en nitraat. In 1992 voldeden respectievelijk 20 %, 34 %, en 76 % van de stalen niet aan de basiskwaliteitsnormen voor nitriet/nitraat, ammonium en orthofosfaat. Op 27 plaatsen (d.i. 3 % van het totaal aantal monsternameplaatsen) vond de VMM nitraatconcentraties die vier maal hoger lagen dan de norm voor drinkwaterproduktie (11,3 mg stikstof/l) terwijl op 15 plaatsen het orthofosfaatgehalte meer bedroeg dan 20 mg fosfor/l (de basiskwaliteitsnorm voor stromend water is 0,3 mg/l)[6]. 20 % normoverschrijdingen voor nitraatstikstof lijkt nog vrij gunstig, maar de basiskwaliteitsnorm voor nitraat (10 mg stikstof/l) ligt vrij hoog. Bovendien komen de hoogste nitraatwaarden steeds voor in periodes met veel neerslag omdat dan de grootste uitspoeling optreedt. Dit betekent dat de grootste volumes water (grootste debieten) het sterkst belast zijn met nitraten. Net als voor de zuurstofbindende stoffen is er ook voor nutriënten nog bijna geen verbetering merkbaar wanneer men de cijfers bekijkt van de laatste decennia. Aangezien een hoger zuurstofgehalte een lagere denitrificatie en een vlottere nitrificatie betekent, kan een verbetering van de zuurstofhuishouding een verhoging van het nitraatgehalte met zich meebrengen.

Zware metalen en organische microverontreinigingen. Enkel de drinkwatermaatschappijen voeren frequent analyses uit, maar dan alleen in de gebieden voor oppervlaktewaterwinning. In 1991 bemonsterde de VMM de waterkolom op 64 plaatsen 5 maal[12]. Van de zware metalen komen zink, koper en arseen in alle, en cadmium, lood, nikkel en kwik in veruit de meeste onderzochte waterlopen voor in concentraties boven de detectielimieten. Chroom blijkt een zeer groot probleem in de Zwarte Spierebeek (5 tot 10 keer hoger dan de norm voor basiskwaliteit: 50 µg/l), hoewel het elders meestal in geringe concentraties wordt aangetroffen. De hoogste concentraties zware metalen zijn voornamelijk aangetroffen in de Zenne (Dijlebekken), de Eindergatloop (Maasbekken), en in de Grote Laak en de Winterbeek (Netebekken). Rond de problematiek van de zware metalen is een gunstige evolutie merkbaar. In de periode 1978-82 werden bijvoorbeeld 20 % normoverschrijdingen genoteerd voor cadmium

(meer dan 5 µg/l) terwijl dat eind de jaren '80 nog slechts 2 % was[15]. Ook voor kwik en lood is een verbetering merkbaar.

Organische microverontreinigingen zijn eveneens zeer algemeen verspreid. Zo worden onder andere de volgende verbindingen in nagenoeg alle waterlopen vastgesteld: polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), polygechloreerde bifenylen (PCB's), oplosmiddelen zoals trichlooretheen, onkruidbestrijdingsmiddelen zoals atrazine, insekticiden als lindaan (nochtans in bepaalde toepassingen reeds jaren verboden), pentachloorfenol (houtbeschermingsmiddel), chlooranilines, enz.[12]. Van de pesticiden die de grootste bedreiging kunnen vormen voor het aquatisch milieu vanwege de gebruikte hoeveelheden, de fysisch-chemische eigenschappen en de schadelijkheid, blijken enkel simazine, atrazine, trifenyltin, dichloorvos, pentachloorfenol en lindaan problemen te scheppen. In stalen van oppervlaktewater werd voor simazine en atrazine de drinkwaternorm (0,1 µg/l) in ongeveer de helft van de gevallen overschreden. De LC50-waarde voor het gevoeligste aquatische organisme (100 µg/l voor de algen) werd echter nergens overschreden. Voor trifenyltin werd de LC50-waarde voor het gevoeligste organisme (1 µg/l voor de algen) in 2,9 % van de stalen wel overschreden, en hetzelfde was het geval voor dichloorvos (0,1 µg/l voor de schaaldieren) bij 3 % van de stalen[16]. Zowel de zware metalen als de organische microverontreinigingen vormen ook met betrekking tot de kwaliteit van de waterbodems een groot probleem. Van de 64 waterbodems die door de VMM in 1992 werden bemonsterd, waren er 45 sterk vervuild (klasse 3 en 4 volgens de Nederlandse normen vermeld in de Derde Nota Waterhuishouding) (figuur 4)[12]. Baggerspecie van klasse 3 en 4 mag enkel in speciaal ingerichte depos gestort worden.

Figuur 4: Kwaliteit van de waterbodems in Vlaanderen.



Bron: VMM[12].

Zuurtegraad. Een parameter die bijna steeds aan de norm voldoet is de zuurtegraad (basiskwaliteit: pH tussen 6,5 en 8,5)[6]. Extreme waarden kunnen evenwel worden vastgesteld tijdens wierbloeien in stilstaande of traagstromende wateren (hoge pH) of bij de van nature zure waterlopen in de Kempen (lage pH). Kempische vennen, gelegen in base-deficiënte zandgronden, hebben een lage bufferende capaciteit en verto-

nen reeds een aantoonbare verzuring als gevolg van de depositie vanuit de lucht van zwavel- en stikstofhoudende verbindingen[17].

Bacteriologische kwaliteit zwemwater. Tijdens het badseizoen is er regelmatig controle zowel aan de kust als in het binnenland. Aan de kust is de microbiologische verontreiniging voornamelijk een probleem in de buurt van Oostende en Nieuwpoort door faecale vervuiling bij lozing van rioolwater in de havengeulen. De saneringsinspanningen van de voorbije 20 jaar hebben op die plaatsen echter reeds voor aanzienlijke reducties gezorgd. Van de 43 georganiseerde zwemwaters in het binnenland, waarvan 7 officieel erkend door de Vlaamse Regering, bleken in 1991 ongeveer 86 % conform te zijn met de grenswaarden inzake bacteriologische kwaliteit en slechts 12 % inzake fysisch-chemische kwaliteit. De conformiteit met de richtwaarden was respectievelijk slechts 35 % en 7 %. Van de stalen uit de Abeek (Maasbekken) en de Laambeek (Demerbekken), waterlopen van het openbaar hydrografisch net die voorbestemd zijn als zwemwater, voldeed geen enkel aan de richtnormen voor faecale bacteriën[18].

Grondwater

Op de plaatsen in Vlaanderen waar de kwaliteit van het grondwater reeds onderzocht werd, werd meestal verontreiniging vastgesteld. Wanneer over bepaalde gebieden weinig of niets wordt vermeld, is dat meer omdat geen gegevens beschikbaar dan wel dat er geen problemen zouden zijn.

Nutriënten. In de provincie Limburg werd in bijna 40 % van de onderzochte ondiepe freatische putten het EU-drinkwaterrichtniveau voor nitraat (25 mg NO_3/l) bereikt of overschreden. Ook voor kalium blijkt de Vlaamse drinkwaternorm (12 mg/l) meermaals overschreden te worden en is net zoals voor nitraat sprake van een front dat zich naar de diepte verplaatst en dus het diepere grondwater aantast[19].

Zware metalen en organische microverontreinigingen. Watermonsters van particuliere drinkwaterputten tonen aan dat het ondiepe grondwater in de nabijheid van non-ferrobedrijven in Noord-Limburg (en één locatie in Oost-Limburg) verontreinigd is met zink, cadmium, cobalt en nikkel[20]. In dezelfde provincie werd in de nabijheid van 108 stookolietanks in 45 % van de gevallen meer dan 0,6 mg/l huisbrandolie (Nederlandse C-norm) en bij 10 % zelfs meer dan 20 mg/l huisbrandolie in het grondwater aangetroffen[21]. In Nederland betekent een overschrijding van de C-norm dat moet worden overgegaan tot een saneringsonderzoek, in Vlaanderen zijn hieromtrent echter nog geen wettelijke bepalingen voorzien. Bij 25 waterwinningen in België werd in 1990 het pesticide atrazine gevonden in 29 van de 76 monsters, evenwel (nog) steeds beneden de drinkwaternorm van 0,1 µg/l [22]. Daarentegen wordt in de Pleistocene grindafzettingen en de aquifer in de Plio-Pleistocene Zanden van Limburg deze norm wel reeds overschreden tot op een diepte van 30 meter[19]. Het grondwater aangewend voor de drinkwaterproduktie bevat soms ook aromatische solventen zoals xyleen en tolueen, alsook gechloreerde organische produkten zoals trichloorethyleen en tetrachloor-koolstof, waarbij de EU-richtwaarde (1 µg/l) wordt benaderd of overschreden[1].

Zouten. Overbemaling kan een kwaliteitsdaling veroorzaken door stijging van de totale hardheid of toename van de zoutconcentraties. In de paleozoïsche sokkel van West-Vlaanderen worden door overexploitatie plaatselijk stijgingen waargenomen van zowel sulfaat- als chlorideconcentraties tot respectievelijk 500 en 700 mg/l terwijl de richtwaarden respectievelijk 150 en 200 mg/l bedragen[23].

Bacteriologische kwaliteit drinkwater. In de periode 1986-89 bleek 33 % van de onderzochte private putwaters in Vlaanderen niet drinkbaar te zijn volgens de bacteriologische normen[15].

2.3 | Gevolgen voor fauna en flora

Zuurstofbindende stoffen. Bij een daling van het zuurstofgehalte door lozing van zuurstofbindende stoffen, zullen de meest gevoelige organismen verdwijnen en plaats maken voor tolerantere soorten. Pieklozingen van afvalwater met een hoge BZV kunnen in relatief gezonde waterlopen leiden tot plotselinge vissterfte, zelfs van de meest resistente soorten zoals de stekelbaars. Op 11 juli 1984 bedroeg de vissterfte in de Kleine Nete, door de werking van het overstort van de RWZI Dessel, zo'n 750 kg[24]. Bij zeer ernstige vervuiling met zuurstofbindende stoffen kan de concentratie opgeloste zuurstof tot nul dalen waardoor een 'dode' waterloop ontstaat met nagenoeg een volledige afwezigheid van hogere organismen. In dergelijke gevallen treedt een anaërobe afbraak van het organisch materiaal op waarbij methaan en waterstofsulfide vrijkomen wat gepaard gaat met stankontwikkeling.

Nutriënten. Een aanrijking van het water met nutriënten vormt de oorzaak van eutrofiëring. Dit brengt een stijging van de primaire produktie met zich mee, en zorgt tevens voor een voortschrijdende kwaliteitsvermindering van het water en een daling van de biodiversiteit. Soorten die kenmerkend zijn voor voedselrijk (eutroof) water verdringen oligotrofe soorten. Bepaalde algen komen massaal tot bloei, vooral in stilstaande of traagstromende wateren. Negatieve gevolgen van algenbloeien zijn onder andere een daling van het zuurstofgehalte tijdens de nacht, een verhoogde pH overdag, produktie van toxines door bepaalde blauwwieren, verminderde doorzichtbaarheid, toename van BZV bij het afsterven van de biomassa, ontstaan van reducerende omstandigheden op de bodem en verhoogde ammoniumconcentraties[25]. Ook macrofyten kunnen door eutrofiëring tot massale ontwikkeling komen. In eutrofe wateren kunnen bovendien bij een ammoniumgehalte van 5 mg/l (grenswaarde basiskwaliteit), een pH van 8 à 8,5 en een temperatuur van 20 °C ammoniakwaarden van 0,2 tot 0,6 mg/l gevormd worden, die voor vrijwel alle vissoorten letaal zijn. De aanwezigheid van nutriënten in het grondwater kan dan weer een nadelige invloed hebben op vegetaties in voedselarme (natuur)gebieden waar dit grondwater opkwelt. Dit kan verruiging met een verlaging van de diversiteit tot gevolg hebben. Dezelfde nadelige effecten kunnen eveneens optreden bij overstroming van valleien met eutroof beek- of rivierwater.

Zware metalen en organische microverontreinigingen. Zware metalen en organische microverontreinigingen kunnen het water acuut giftig maken voor bepaalde organismen, waardoor het biologisch evenwicht verstoord wordt. Verder moeten ook chronische, mutagene en carcinogene effecten in rekening gebracht worden. Bovendien versterken de verschillende toxicantia elkaars werking. Zo blijkt een combinatie van cadmium en koper in oplossing reeds een effect te hebben bij concentraties die voor de elementen afzonderlijk geen effect opleveren. Over veruit de meeste verbindingen bestaan weinig tot geen gegevens omtrent de toxiciteit. Bij onderzoek naar de kwaliteit van het Rijnwater kon amper 5 % van de waargenomen toxiciteit worden verklaard door de verbindingen die waren geïdentificeerd. Dit benadrukt de noodzaak om naast chemische analyses ook toxiciteitsmetingen te doen, eventueel via bioalarmsystemen. Bepaalde verbindingen, bijvoorbeeld gechloreerde koolwaterstoffen zoals DDT of PCB's, hebben de eigenschap zich op te stapelen in vetweefsel. De concentratie van dergelijke bioaccumulerende stoffen neemt toe naarmate men een hoger trofisch niveau in beschouwing neemt. Met andere woorden de concentratie stijgt van ongewervelden naar vissen en visetende vogels. Zo bevat het kanaal Beverlo paling met een gemiddelde loodconcentratie van 450 µg/kg, wat gevaarlijk dicht bij de nationale norm voor visvlees (500 µg/kg) ligt[26]. Ook in het Boudewijnkanaal doen zich dergelijke problemen voor.

Koelwater. Koelwater kan in vele opzichten schade berokkenen aan het aquatisch ecosysteem. Zo kan de onttrekking van het water reeds negatieve gevolgen hebben doordat bepaalde organismen worden meegezogen of gekwetst aan roosters. Het lozen van het opgewarmde water leidt tot een hittestress en het afsterven van gevoelige organismen. Thermofiele organismen (met inbegrip van exotische soorten) en pathogenen gaan sneller ontwikkelen. De microbiële groei wordt gestimuleerd wat leidt tot een vluggere afbraak van organisch materiaal en een extra daling van het zuurstofgehalte. Bovendien resulteert een stijging van de temperatuur in een verhoogde toxiciteit van vele verbindingen en een verlaagde oplosbaarheid van zuurstof. Bestrijding van corrosie (door complexvormers) en biologische aangroei (door chlorereren, gebruik van antifoulingverven, toevoegen van allerlei andere biociden) is in koelcircuits dikwijls noodzakelijk. Ook bij de lozing van deze stoffen kunnen toxische effecten optreden.

Zuurtegraad. Effecten van verzuring zijn voornamelijk te merken in de Kempische vennen waar een verarming van de faunistische en floristische leefgemeenschappen kon worden aangetoond[17]. Bij extreem lage pH-waarden kunnen slechts een beperkt aantal organismen overleven (acidofielen).

Zouten. Ook verzilting kan een sterke verarming van de zoetwatergemeenschappen veroorzaken. Dit is bijvoorbeeld het geval in de Laak waar afvalwater wordt geloosd met een zeer hoog chloridegehalte. Maar ook in de poldergebieden en langs de belangrijkste zeekanalen treedt plaatselijk verzilting op. De zoutconcentratie en de hardheid van het water zijn bepalend voor welk type van organismen in een water kan voorkomen.

Zwevende stoffen. Lozing van zwevende stoffen verhoogt de turbiditeit en kan het substraat en de bodemfauna en -flora na sedimentatie bedekken. Turbiditeit vermindert de fotosynthese van algen en waterplanten, interfereert met de mogelijkheden tot voedselopname van predatoren en filtreerders en berokkent schade aan de afgelegde eieren van ambieën en vissen.

Ziekteverwekkers. Lozing van rioolwater en afvalwater van slachthuizen kan een ernstige microbiële contaminatie van het oppervlaktewater veroorzaken. Dit houdt gevaren in voor de aanwezige fauna of dieren die van het water drinken.

Fysische manipulaties. Tenslotte kunnen ook fysische manipulaties belangrijke gevolgen hebben voor fauna en flora, hoewel men dit strikt genomen niet als een vorm van waterverontreiniging beschouwt. De meeste Vlaamse waterlopen werden gekanaliseerd en voorzien van kunstmatige oeververstevigingen; sommige zijn zelfs volledig ingebuisd. Waardevolle structuurkenmerken zoals holle oevers, meandering en de aanwezigheid van traag- en snelstromende gedeelten van een rivier zijn bijna overal verdwenen. Op vele plaatsen verhinderen kunstwerken zoals stuwen en sluizen ook de natuurlijke migratie van bepaalde vissoorten[1]. Tijdens waterbouwkundige werken, of tijdens het ruimen en baggeren, wordt het natuurlijke habitat volledig verwoest en wordt het slib met de geadsorbeerde verontreinigingen deels weer in suspensie gebracht. Hierbij wordt onder meer ook de benthische fauna vrijwel volledig vernietigd. Dikwijls wordt ook geen rekening gehouden met overwinterende amfibieën en met de paaiperiode van vissen. De oorzaak van de achteruitgang van het visbestand ligt niet alleen bij de sterke verontreiniging maar ook bij het ontbreken van geschikte paaiplaatsen en habitaten. In vele waterlopen met een goede waterkwaliteit maar met slechte structuurkenmerken wordt de visstand kunstmatig op peil gehouden door het uitzetten van vis.

2.4 | Gevolgen voor de mens

Drinkwatervoorziening

De drinkwaterbronnen worden in Vlaanderen door vermesting bedreigd. Nitraat kan blauwziekte en vermoedelijk ook maagkanker veroorzaken. De verontreiniging van het ruw water met nitraat is dan ook één van de belangrijkste problemen bij de drinkwaterbereiding, vooral omdat het moeilijk te verwijderen is. De winning van drinkwater uit oppervlaktewater wordt sterk gehinderd door algenbloeien. Algen verhinderen immers een goede vlokvorming, veroorzaken verstopping van de zandfilters, verhogen de kosten voor flocculantia en chlorering, produceren in sommige gevallen toxines en verhogen bij chloreren het risico op de vorming van organohalogeenverbindingen. De aanwezigheid van microbiële ziekteverwekkers is eveneens een probleem, vooral in private putwaters waar geen chlorering wordt toegepast. Antibiotica-resistente bacteriestammen uit dierlijke faecaliën kunnen een ernstig gevaar opleveren voor de volksgezondheid. Ook microverontreinigingen, zoals pesticiden, die hier en daar de normen al overschrijden (bv. atrazine) zijn meestal moeilijk te verwijderen, althans niet zonder aanzienlijke verhoging van de kosten.

Recreatie

In zwemwaters krijgt de microbiële verontreiniging veruit de meeste aandacht, hoewel de normen voor fysisch-chemische parameters ook vaak worden overschreden[18]. Zwaar verontreinigde waterlopen zijn dikwijls de oorzaak van geurhinder. Ook eutrofiëring heeft een nadelige weerslag. Zo kunnen toxines die tijdens de bloei van bepaalde algen worden geproduceerd aanleiding geven tot huidirritatie, gastro-intestinale stoornissen en zelfs ademhalingsstoornissen[25]. Verder zijn schuimvorming, rottingsverschijnselen en vissterfte verre van aangenaam voor de recreant.

Visserij - Schelpdierkweek

De zoetwaterberoepsvisserij bestaat in Vlaanderen nagenoeg niet. De sportvisserij daarentegen is relatief belangrijk. In 1988 werden meer dan 90 000 visvergunningen uitgereikt. De jaaromzet van de sportvisserij bedraagt in België ongeveer 6 miljard frank (visvergunningen, basisuitrusting, individuele kosten e.d.)[1]. Het kunstmatig in stand houden van het visleven is echter een bron van uitgaven geworden. Jaarlijks dient in Vlaanderen tussen 20 en 30 miljoen BF vis te worden uitgezet vanwege de lage produktiviteit van de beschadigde ecosystemen[27].

Enkel de spuikom van Oostende heeft de bestemming schelpdierwater meegekregen. Dit 80 hectare groot brakwaterbassin blijkt de laatste jaren echter te sterk vervuild en geëutrofieerd te zijn om deze functie te vervullen.

Economische gevolgen

Zowel de industrie als de landbouw ondervinden nadelige gevolgen van de waterverontreiniging. De industrie gebruikt oppervlaktewater en grondwater dat qua zuiverheid dikwijls niet meer als proceswater of koelwater kan dienen. De landbouw kan het verontreinigde oppervlaktewater vaak niet meer gebruiken voor irrigatie. Daardoor zien beide doelgroepen hun produktiekosten stijgen. Ook de kosten voor de zuivering van industrieel, agrarisch en huishoudelijk afvalwater moeten hierbij in rekening worden gebracht (zie V.2B Voorbeelden van reductiekosten).

2.5 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Onze nationale en regionale milieuwetgeving is dikwijls afgeleid van internationale normen en wetten of vindt zijn oorsprong in internationale verdragen (Noordzeeconferenties, PARCOM, OESO, EU). Voorbeelden hiervan zijn onder andere de EU-richtlijnen met betrekking tot de kwaliteit van oppervlaktewater bestemd voor

drinkwater, zwemwater, viswater en schelpdierwater, of de reglementering inzake zwarte-lijststoffen. Belangrijk is dat de lidstaten verplicht worden om de EU-richtlijnen in hun eigen nationale wetgeving te implementeren.

Kritische beoordeling van de wetgeving m.b.t. waterverontreiniging - Voorstellen

Immissienormen. De interpretatie van de wetgeving is allesbehalve gemakkelijk. Zo zijn de aangegeven normen naargelang het gaat over grenswaarden, over richtwaarden, of over de parameters totale colibacteriën en faecale bacteriën respectievelijk 95-, 90- en 80-percentielswaarden. Dit betekent dat respectievelijk 5 %, 10 % en 20 % van de metingen, zij het dan niet meer dan voor 50 %, mogen afwijken van de norm. Verder worden overschrijdingen van de immissiewaarden niet in aanmerking genomen als deze het gevolg zijn van overstromingen, natuurrampen of uitzonderlijke weersomstandigheden. Dit wil zeggen dat bijvoorbeeld gedurende uitzonderlijke droogteperioden (beperkte verdunning en afvoer) de normen niet gehaald dienen te worden. Het zou zinvol zijn dergelijke vaag geformuleerde afwijkingsclausules (cf. 'uitzonderlijke weersomstandigheden') uit de wetgeving te schrappen.

Voor bepaalde parameters telt de absolute waarde van de metingen (bv. lood) terwijl voor andere parameters de gemiddelde waarde (bv. chlorofyl a) of de mediaanwaarde (bv. met waterdamp vluchtige fenolen) wordt genomen. Ecologisch gezien zijn alleen de absolute normen zinvol. De gemiddelde waarde en de mediaanwaarde van een aantal metingen van een bepaalde parameter kunnen beide perfect aan de normen voldoen, terwijl bijvoorbeeld bij één van de metingen de norm dermate wordt overschreden (piekwaarde) dat bepaalde groepen van organismen geëlimineerd worden.

Een moeilijkheid is verder dat de kwaliteitsdoelstellingen betrekking hebben op een limitatieve lijst van parameters zodat bepaalde stoffen die niet zijn opgenomen in deze lijst (bv. cobalt, tin, molybdeen, ...) in principe onbegrensd mogen voorkomen. Bepaalde gevaarlijke stoffen komen evenwel voor op de zwarte en grijze lijst waardoor hun emissie moet worden beperkt via de best beschikbare technologieën. Voor deze stoffen zouden echter ook immissienormen moeten worden opgesteld. Er wordt ook geen rekening gehouden met mogelijke additieve en synergistische effecten en ook niet met te verwachten verdeling of accumulatie in sedimenten.

Voor viswater, drinkwater, zwemwater en schelpdierwater zijn er richtwaarden en grenswaarden. Door de wetgever is echter niet aangeduid welke oppervlaktewateren dienen te voldoen aan de grenswaarden, en welke aan de richtwaarden. Het aangeven van een bindend tijdschema om de richtwaarden te halen zou zinvol zijn. Voor bepaalde parameters blijken de normen voor viswaterkwaliteit, kwaliteit voor drinkwaterproduktie of zwemwaterkwaliteit (van toepassing sedert 1987) minder streng te zijn dan de normen voor basiskwaliteit. Voorbeelden hiervan zijn: nitraat, zink, zuurtegraad (pH), enz.. De basiskwaliteit is echter de minimale kwaliteit die overal moet worden gehaald tegen 1 juli 1995. Voor het oppervlaktewater met een specifieke bestemming vervallen vanaf dat ogenblik dus de normen voor die parameters waarvoor strengere basiskwaliteitsdoelstellingen gelden.

Als grondwaterkwaliteitsdoelstellingen gelden dezelfde richtwaarden en grenswaarden als aangegeven voor oppervlaktewater met de bestemming drinkwaterproduktie. In de huidige wetgeving inzake grondwaterkwaliteit zijn daardoor bijvoorbeeld geen normen voorzien voor nikkel, hoewel dit metaal in Limburg problemen oplevert. Daarentegen zijn de normen voor salmonella zeer streng (richtnorm voor oppervlaktewater met kwaliteit drinkwaterproduktie = afwezig in 5 000 ml). De kwaliteit van het grondwater is daarentegen niet alleen voor de drinkwatervoorziening van belang, maar tevens voor de industrie (voor bepaalde industriële processen worden zeer strenge waterkwaliteitseisen gesteld), voor de landbouw en verder ook om ecologische redenen. Daarom is het opstellen van een aparte normering met betrekking tot grondwaterkwaliteit, rekening

houdende met deze multifunctionaliteit, zeker wenselijk. Tenslotte zijn in Vlaanderen ook nog geen immissienormen van toepassing inzake waterbodems.

De wetgeving betreffende (bodem- en) grondwaterverontreiniging is geregeld via het decreet houdende maatregelen inzake grondwaterbeheer, via het decreet tot bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen, het milieuvergunningsdecreet (VLAREM), en andere. Een kritische beoordeling leert dat voor de winning van grondwater de wetgeving twee opvallende gebreken vertoont. Enerzijds hoeven boorfirma's in Vlaanderen geen erkenning te hebben, anderzijds is wel een vergunning vereist voor de winning van grondwater maar die staat volledig los van de bouw- en milieuvergunning. In de praktijk is het aantal niet vergunde winningen door gebrek aan controle en sanctionering aanzienlijk.

Bepaalde normen zijn duidelijk te laks, andere eerder te streng. De norm voor fosfor (1 mg/l) is bijvoorbeeld veel te laks: vanaf 0,1 mg/l is het water reeds duidelijk eutroof, wat moeilijk als basiskwaliteit kan worden vooropgesteld. Aan de andere kant zijn de zeer strenge normen voor pesticiden (0,1 µg/l in drinkwater) dikwijls onvoldoende toxicologisch gefundeerd. De problematiek met betrekking tot atrazine, waarbij de norm frequent wordt overschreden, kan leiden tot het uit de handel nemen van dit herbicide. Het zal dan onmiddellijk vervangen worden door andere herbiciden die kunnen worden toegepast bij lagere dosissen, zodat de norm inderdaad niet langer overschreden wordt. Dit betekent echter niet dat de lagere concentraties van deze nieuwe herbiciden toxicologisch een geringer risico zouden inhouden. Ten einde realistische normen te kunnen voorstellen is meer uitgebreid toxicologisch onderzoek nodig, met een breed spectrum van testorganismen. Het formuleren van wetenschappelijk onderbouwde milieukwaliteitsdoelstellingen via streef-, richt- en grenswaarden voor diverse parameters, en dit voor oppervlaktewater, waterbodems en grondwater, is een uitgebreide wetenschappelijke opdracht.

Emissienormen. Elke lozing in openbare oppervlaktewateren en riolen is verboden, behalve wanneer men daartoe een vergunning heeft. Elke lozingsvergunning maakt deel uit van een globale milieuvergunning en is geregeld via de VLAREM-wetgeving. In het algemeen dienen de vergunningen de *algemene lozingsvoorwaarden* na te leven, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen 5 soorten afvalwaterlozingen naargelang geloosd wordt in oppervlaktewater of in de openbare riolering en naargelang het de lozing betreft van normaal huishoudelijk afvalwater, ander dan normaal huishoudelijk afvalwater of koelwater (enkel geloosd in oppervlaktewater). Voor de lozing van rioolwater geldt een aparte reglementering. Bovenop de algemene lozingsvoorwaarden komen de *sectoriële lozingsvoorwaarden* die van toepassing zijn voor welbepaalde sectoren en in principe niet minder streng mogen zijn dan de algemene. Indien echter geen enkel gecommercialiseerd zuiveringsprocédé de betrokken sector toelaat om de algemene voorwaarden na te leven, dan mogen de sectoriële normen wel in minder strenge zin afwijken. In de praktijk werd voor bijna alle sectoriële K.B.'s deze afwijkingsclausule voor één of meerdere parameters gebruikt. Dit kan uiteraard niet de bedoeling zijn van een uitzonderingsmaatregel. Daar waar de lokale waterkwaliteit echter in gevaar kan komen bij het toepassen van de sectoriële lozingsvoorwaarden, bijvoorbeeld door de cumulatieve invloed van andere bronnen of door het beperkte debiet van de ontvangende waterloop of door mogelijke problemen bij lozing in de openbare riolering, kunnen *bijzondere lozingsvoorwaarden* worden opgelegd. In de praktijk worden steeds vaker bijzondere lozingsvoorwaarden gehanteerd die strenger zijn dan de sectoriële, wat kan aanzien worden als een gunstige evolutie.

De vergunningverlenende overheid wordt in de praktijk dikwijls geconfronteerd met problemen zoals het gebrek aan immissiegegevens en immissienormen voor bepaalde parameters, ontbreken van ecotoxicologische normen, welke verdunning moet bij lozing worden verondersteld, in hoeverre moet rekening gehouden worden met de

ecologisch meest ongunstige situatie (grootste vuilvracht op het moment van het kleinste debiet), hoe verdelen de verontreinigende stoffen zich over de verschillende compartimenten van het ecosysteem.

Het probleem bij de emissienormen ligt voornamelijk in het feit dat het meten van de toxiciteit wettelijk (nog) niet verplicht is. De toxiciteit kan enkel worden bepaald aan de hand van biologische toetsen en niet via chemische analyses. Gestandaardiseerde ecotoxicologische testen zijn echter meestal (zeer) duur en niet gebruiksvriendelijk. In de wetgeving zouden ze kunnen vervangen worden door testen die ook routinematig uitvoerbaar zijn.

Ecologische normstelling. Tenslotte is het invoeren van een ecologische normstelling voor oppervlaktewateren een hoogstdringende zaak. De huidige kwaliteitsdoelstellingen zijn vooral gericht op menselijke gebruiksfuncties. Al te vaak gaat men er vanuit dat het herstel van de waterlopen bereikt kan worden door het louter terugdringen van de fysisch-chemische verontreiniging. Men vergeet hierbij dat ook de structuurkenmerken en de habitatdiversiteit uiterst belangrijk zijn. Om terug te kunnen komen tot een bepaalde graad van ecologische natuurlijkheid is het noodzakelijk om de structuurdiversiteit opnieuw te verhogen zodat de levensgemeenschappen die van nature voorkomen en horen bij de fysisch-geografische situatie zich zouden kunnen herstellen. Een hoog niveau van biologische en ecologische natuurlijkheid is voor de meeste van onze waterlopen echter niet te bereiken door het intensief gebruik dat ervan wordt gemaakt. In de wetgeving zou dus ook het begrip ecologische basiskwaliteit opgenomen moeten worden. Hieronder moet worden verstaan: 'de kwaliteit waarbij enerzijds de organismen die lage eisen stellen aan het milieu blijvend kunnen voorkomen en waarin anderzijds de migratie van zeldzame soorten niet belemmerd wordt'. Dit veronderstelt naast het streven naar een goede fysisch-chemische kwaliteit van het water ook het garanderen van een minimaal aanvaardbare fysische structuur om organismen toe te laten hun levenscyclus te volbrengen. Barrières die de migratie van vissen belemmeren mogen niet aanwezig zijn. Verder dient de wetgever werk te maken van een bescherming van de resterende ecologisch waardevolle waterlopen en van het aanduiden van prioritaire zones voor sanering en milieutechnische natuurbouw[1,28]. Deze belangrijke taak kadert in de opdracht van de zopas opgerichte bekkencomités.

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Menselijke activiteiten aan de basis van de emissiebronnen

De mens verontreinigt het water direct, via 'puntlozingen', en indirect via 'diffuse lozingen'.

Tot de voornaamste *puntlozingen* behoren: rechtstreekse lozing van rioolwater in oppervlaktewater, lozing van effluenten van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's), lozing van al dan niet behandeld industrieel en agrarisch afvalwater en accidentele lozingen (door foutieve handelingen of technische storingen).

Als bronnen van *diffuse lozingen* kunnen onder meer vermeld worden: de overmatige bemesting met uitloging van nutriënten, het onoordeelkundig gebruik van pesticiden, de afvalwaterlozingen van huishoudens die niet zijn aangesloten op de riolering, afspoeling van wegen, industrieterreinen en landbouwgronden, uitloging van contaminanten vanuit de bodem of vanuit stortplaatsen voor huishoudelijk en industrieel afval, lozingen vanwege de scheepvaart, incidentele lozingen (brand, aanvaringen,...) en depositie vanuit de lucht (zware metalen, stikstofoxiden, zwaveldioxide en ammoniak afkomstig van het verkeer, de industrie en de intensieve veehouderij).

3.2 | Stoffen en hun emissiebronnen

Voor een gedetailleerd overzicht van alle stoffen met hun respectievelijke bronnen ontbreekt de nodige informatie.

Voor een aantal belangrijke groepen van stoffen en een beperkt aantal bronnen zijn de emissies voor het jaar 1991 toch gekwantificeerd. Tabel 5 toont de globale emissies van de lozing van afvalwater door de huishoudens en de industrie, en van de afspoeling (oppervlakkige afvoer) en uitspoeling (vertraagde afvoer na infiltratie in de bodem) naar oppervlaktewater vanwege de landbouw.

Bij de lozing van afvalwater wordt onder emissie de in oppervlaktewater geloosde vrachten verstaan. In geval van zuivering is dus enkel het effluent van de zuiveringsinstallatie in rekening gebracht.

Voor de emissies van de industrie zijn de basisgegevens (dagvrachten) gehaald uit het VMM-emissiejaarverslag van 1991[29]. Dit zijn bruto-gegevens: de vuilvracht aanwezig in het opgenomen water werd niet afgetrokken. Deze waarden geven echter zeker niet de totale industriële emissie weer omdat niet alle bedrijven in 1991 werden bemonsterd.

Wat de landbouw betreft kon enkel een beroep worden gedaan op een theoretische studie omtrent nutriëntenverliezen van het Instituut voor Scheikundig Onderzoek[30]. Omtrent de lozing van agrarisch afvalwater (puntbron) en de afspoeling van zuurstofbindende stoffen (BZV, CZV) van landbouwgronden (diffuse bron) zijn in Vlaanderen geen cijfers beschikbaar.

Tabel 5: Emissies van BZV, CZV, stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in Vlaanderen in 1991[29,30,31].

	Emissies naar het oppervlaktewater (in ton per jaar)			
	Bevolking	Landbouw	Industrie	Totaal
BZV	83 350	..	37 678	121 028
CZV	216 410	..	135 511	351 921
Stikstof	17 515	22 642	14 553	54 710
Fosfor	8 701	790	3 182	12 673

3.3 Vuilvrachten per rivierbekken

Tabel 6 geeft een beeld van de totale, in Vlaanderen geloosde vrachten voor het jaar 1991, opgesplitst per rivierbekken. De weergegeven immissieconcentraties zijn berekend door deze vrachten te delen door de gemiddelde neerslagafvoer per bekken. De aldus verkregen 'immissieconcentraties' zijn louter indicatief, maar kunnen wel aanduiden in welke bekkens de verontreiniging het grootst is. Om juiste relaties tussen emissies en immissies te kunnen bepalen is een modelmatige aanpak vereist waarbij rekening wordt gehouden met de fluctuaties van de debieten in de verschillende waterlopen, met de verdeling van de verontreinigende stoffen over de verschillende componenten van het ecosysteem (waterkolom, zwevende stoffen, waterbodem, biota), met de afbraak van stoffen, met de grensoverschrijdende verontreiniging en met de atmosferische deposities naar het water toe. Omtrent de meeste van deze processen en parameters zijn echter weinig precieze gegevens bekend.

De bijdrage van de grensoverschrijdende belasting is belangrijk, maar moet niet worden overschat. Zo bedroeg in 1989 de via de rivieren ingevoerde BZV-vracht voor het stroomgebied van de Schelde 18 016 ton (4 469 ton uit Frankrijk, 3 629 ton uit het Waalse Gewest en 9 918 ton uit het Brussels Hoofdstedelijk Gewest). Ten opzichte van de in Vlaanderen geproduceerde vuilvracht, 106 000 ton in 1989, is dit ongeveer

17 %. De uitgevoerde vracht naar Nederland (gemeten te Doel) bedroeg in hetzelfde jaar 10 422 ton BZV[10].

Tabel 6: Emissies en 'berekende immissieconcentraties' per rivierbekken voor BZV, CZV, stikstof (N) en fosfor (P) in 1991[29,30,31].

Rivierbekken	Emissies (ton/jaar)				'Berekende immissies' (mg/l)			
	BZV	CZV	N	P	BZV	CZV	N	P
Polders en Gentse Kanalen	19 697	63 321	11 983	1 985	34,6	111,3	21,1	3,5
IJzer	4 772	14 037	5 682	718	13,3	39,1	15,8	2,0
Leie	14 596	43 870	6 129	1 307	54,9	165,1	23,1	4,9
Dender	9 321	25 198	3 033	739	47,8	129,4	15,6	3,8
Boven-Schelde	9 876	29 848	2 964	845	43,2	130,6	13,0	3,7
Nete	10 829	31 003	4 289	1 069	21,6	61,8	8,5	2,1
Demer	13 007	33 101	4 110	1 185	28,6	72,7	9,0	2,6
Dijle	15 471	38 126	3 662	1 277	46,3	114,2	11,0	3,8
Beneden-Schelde s.s.[a]	16 805	54 490	7 493	2 745	.	.	.	.
Beneden-Schelde s.l.[b]	89 905	255 636	31 680	9 167	39,2	111,3	13,8	4,0
Maas s.s.[a]	6 654	18 927	5 365	803	.	.	.	.
Totaal	121 028	351 921	54 710	12 673	33,2	96,5	15,0	3,5
Norm basiskwaliteit					*6*	*30*	*5-10[c]*	*1*

[a] *bekken beschouwd als afzonderlijk geheel.*

[b] *bekken gekoppeld aan alle bekkens die ermee in verbinding staan.*

[c] *ammonium- of nitriet/nitraat stikstof.*

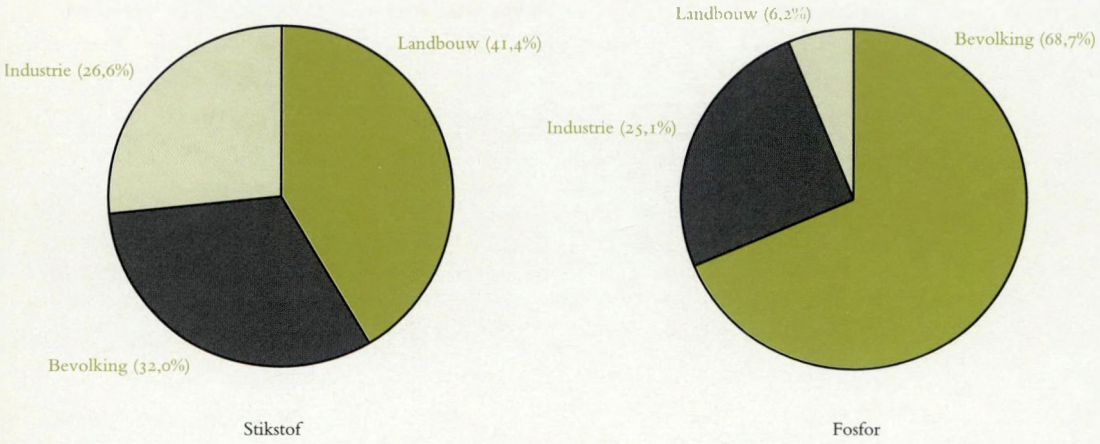
Een vergelijking van de 'berekende immissieconcentraties' met de immissienormen toont overduidelijk dat zonder een drastische beperking van de emissies men onmogelijk kan komen tot de vooropgestelde kwaliteitsdoelstellingen. Voor BZV, CZV, stikstof en fosfor zijn de emissies in alle bekkens dermate hoog dat het zelfzuiverend vermogen van de waterlopen drastisch wordt overschreden en de normen vrijwel nergens kunnen worden gehaald. Voor de biologische zuurstofvraag ligt de berekende 'immissieconcentratie' gemiddeld zo'n 5,5 keer hoger dan de norm voor basiskwaliteit (6 mg/l), voor de chemische zuurstofvraag ongeveer 3 keer (30 mg/l) en voor fosfor 3,5 keer (1 mg/l). De grootste probleembekkens blijken die van de Leie, de Dender, de Boven en Beneden Schelde, de Polders en Gentse Kanalen en de Dijle te zijn. De beste waterkwaliteit, evenwel zonder de normen te halen, zou volgens de berekeningen kunnen gevonden worden in de bekkens van de Nete, de IJzer (behalve voor stikstof) en de Demer. Een vergelijking met de waterkwaliteitskaarten van de VMM[6] toont nagenoeg dezelfde ruimtelijke verschillen inzake fysisch-chemische en biologische waterkwaliteit.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van de emissies

De doelgroepen die aan de basis liggen van de waterverontreiniging zijn: bevolking, landbouw, industrie, verkeer en vervoer, en recreatie en toerisme. De grootste bijdrage komt ongetwijfeld van de eerste drie doelgroepen. Figuur 5 schetst de relatieve bijdrage van deze drie doelgroepen met betrekking tot de emissies van nutriënten naar het water.

Figuur 5: Procentuele bijdrage van de doelgroepen bevolking, industrie en landbouw bij de emissie van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater in 1991[29,30,31].



Bevolking

De belangrijkste bijdrage van de bevolking, meer bepaald van de huishoudens, betreft de lozing van huishoudelijk afvalwater. Elke Vlaming gebruikt zo'n 110 liter water per dag. In 1991 werd ongeveer 78 % van het afvalwater van de gezinnen via de riolering afgevoerd maar slechts 30 % werd daadwerkelijk afgeleid naar de 116 RWZI's[31]. Dit betekent dat 70 % van ons huishoudelijk afvalwater anno 1991 ongezuiverd werd geloosd in oppervlaktewater en in grondwater (besterfputten). In de bekkens van de Leie, Dender, Boven Schelde en Dijle ligt dit cijfer zelfs tussen 85 en 90 %, terwijl in het bekken van de Beneden Schelde in 1991 'slechts' 53 % zonder zuivering werd geloosd[31]. De zuivering van huishoudelijk afvalwater in RWZI's is noodzakelijk maar betekent nog geen totale oplossing van het probleem. Het effluent van een RWZI is nooit volledig zuiver te noemen. Het rendement van onze Vlaamse RWZI's bedroeg in 1991 voor BZV gemiddeld circa 80 %[31,32]. Uitgedrukt in vuileenheden (waarbij ook rekening wordt gehouden met de verwijdering van CZV, stikstof, fosfor, zwevende stoffen en zware metalen) was dit gemiddeld slechts 53 %[31]. Waterlopen die het effluent ontvangen van een zuiveringsinstallatie krijgen dus nog hoge vuilvrachten te verwerken. Bovendien bevat deze 'restvervuiling' dikwijls ook moeilijk of niet afbreekbare verbindingen.

De huishoudens zijn naast het lozen van afvalwater eveneens verantwoordelijk voor andere verontreinigende activiteiten met negatieve effecten op de waterkwaliteit. Zo zorgt de huisverwarming voor de uitstoot van stikstofoxiden en zwaveldioxide, met enerzijds de verzuring van het waterig milieu en anderzijds een bijdrage tot de vermesting voor gevolg (zie III.2A Verzuring en III.3 Vermesting). Ook het storten en verbranden van huishoudelijk afval kan leiden tot waterverontreiniging. Het percolatiewater van storten (met huishoudelijk en/of industrieel afval) bevat veelal hoge concentraties BZV en CZV, zware metalen, zouten, enz.. Uit recent onderzoek blijkt dat dit percolatiewater in Vlaanderen in vele gevallen acuut toxisch is[33]. Het lekken van ingegraven stookolietanks vormt eveneens een ernstige bedreiging van de grondwaterkwaliteit. Daarnaast komen sluikstorten, sluiklozingen, vandalisme en ongelukken veelvuldig voor. Zo kan bijvoorbeeld de lozing van afvalwater in verlaten grondwaterwinningsputten leiden tot een vrijwel onherstelbare aantasting van de grondwaterkwaliteit.

Industrie

Industrieel afvalwater wordt, al dan niet na zuivering, in oppervlaktewater of in de openbare riolering geloosd. Via de lozingsvergunningen worden aan de bedrijven beperkingen en voorwaarden opgelegd. Bepaalde industriële sectoren zijn sterkere vervuilers dan andere. De industriële CZV-vracht blijkt voor 30 % afkomstig te zijn van de voedingssector, 20 % van de textielsector, 20 % van de chemische sector en 30 % van de overige sectoren[29]. Ongeveer 80 % van de industriële vuilvracht is afkomstig van zo'n 400 bedrijven op een totaal van meer dan 19 000. Bepaalde verontreinigende stoffen die in het water voorkomen zijn bijna volledig afkomstig van een zeer beperkt aantal bedrijven. Voor cadmium kan 90 % van de totale industriële vracht worden toegeschreven aan 10 bedrijven.

Bepaalde bedrijven waren in 1991 verantwoordelijk voor enorme vrachten van onder andere zuurstofbindende stoffen. Dergelijke lozingen kunnen nochtans relatief gemakkelijk gesaneerd worden via klassieke waterzuivering. De hoogste dagvrachten die in 1991 bij bedrijven werden gemeten waren: 9 682 kg BZV, 18 938 kg CZV, 557 662 kg zwevende stoffen, 2 273 kg stikstof en 1 645 kg fosfor per dag[29]. De hoogst gemeten concentraties voor zware metalen waren in 1991 al even onrustbarend. Voor zink was dit bijvoorbeeld 1 089 mg/l[29] terwijl de emissienorm voor de desbetreffende sector 7 mg/l bedraagt. Uit een studie in 1993 naar de emissie van microverontreinigingen in het Kanaal Gent-Terneuzen[34] blijkt dat de lozingsvergunning van de beschouwde bedrijven bij 75 % van de monsters werd overschreden voor PAK's (polyaromatische koolwaterstoffen) en VOS (vluchtige organische stoffen) en bij 50 % van de monsters voor barium, nikkel en fenolen.

Landbouw

De doelgroep landbouw die de akkerbouw, de veeteelt en de tuinbouw omvat ligt aan de basis van vele problemen inzake waterverontreiniging, onder meer door (over)bemesting, pesticidengebruik, zware metalen in kunstmeststoffen, lozing van melkopslageffluenten en uitloging van silosappen.

De intensieve landbouw is de oorzaak van aanzienlijke nutriëntenverliezen naar het oppervlakte- en grondwater toe (zie III.3 Vermesting). De totale verliezen voor Vlaanderen werden in 1991 geraamd op 22 642 ton stikstof en 790 ton fosfor. Dit is gemiddeld 39 kg stikstof en 1,4 kg fosfor per hectare cultuurgrond per jaar[30]. De fosforverliezen kunnen in de toekomst sterk stijgen door een toename van het aantal fosfaatverzadigde gronden en dus ook van de fosfaatdoorslag. De verliezen voor stikstof en fosfor liggen gemiddeld genomen het hoogst in de bekkens van de Maas (VL), de Leie, de Polders en Gentse Kanalen, de IJzer en de Nete.

De landbouw brengt via de bemesting ook zware metalen in het milieu. Dit gebeurt zowel via de bemesting met dierlijke meststoffen (koper en zink) als met kunstmeststoffen (cadmium in fosforhoudende meststoffen). Het gaat hier echter om eerder geringe hoeveelheden die zich in de eerste plaats binden aan bodemdeeltjes en waarvan slechts een kleine fractie (afhankelijk van de pH) uitloogt. Een groter gevaar schuilt in het gebruik van gecontamineerd zuiveringsslib of van andere (industriële) afvalstoffen in de landbouw.

In België werden in 1991 ongeveer 10 000 ton fytofarmaceutische produkten (uitgedrukt in werkzame stof) verkocht, dit is ongeveer 7 kg actieve stof per hectare cultuurgrond. Cijfers omtrent de fractie landbouwpesticiden die in het water terechtkomt zijn echter niet voorhanden.

Verkeer en vervoer

De scheepvaart en het wegverkeer kunnen bronnen van waterverontreiniging zijn door directe lozingen (afvalolie en afvalwater van de scheepvaart, onderhoud van scheepsrompen met emissie van PAK's en trifenyltin), door accidentele verontreiniging, of door luchtverontreiniging met deposities naar het water (o.a. loodemissies van het wegverkeer).

Een belangrijke bron van (bodem- en) waterverontreiniging is het gebruik van dooizouten. Jaarlijks gebruikt het Vlaamse Gewest gemiddeld zo'n 37 000 ton dooimiddelen, tijdens de winter 1984-85 was dit zelfs meer dan 85 000 ton. De provinciale en gemeentelijke strooidiensten zijn hier niet bijgeteld, hun totaal verbruik van dooimiddelen zou echter ongeveer 10 keer lager liggen.

Recreatie en toerisme

Het knelpunt in deze doelgroep ligt voornamelijk bij de wisselende belasting van de RWZI's in de grote toeristische gebieden zoals aan de kust. De over- en/of onderbelasting van deze installaties naargelang het toeristisch seizoen levert problemen op inzake het zuiveringsrendement. Zo bedraagt voor de RWZI van Nieuwpoort, die een ontwerpcapaciteit heeft van 33 000 inwonerequivalenten (IE), de gemiddelde jaarbelasting 27 000 IE, terwijl de zomerbelasting 75 000 IE bedraagt[35].

Ook heeft een grote toeristische druk een negatieve invloed op de kwaliteit van de zwemwaters, waardoor het zwemmen dikwijls verboden zou moeten worden. Bovendien verhoogt de concentratie van verkeer en afvalproduktie de lucht- en bodemverontreiniging en daardoor de verontreiniging van oppervlakte- en grondwater. Tenslotte is er de algemene verstoring van het ecosysteem bijvoorbeeld door motorboten of door de introductie van uitheemse vissoorten voor sportvisserij.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Bevolking

De huishoudens kunnen heel wat doen om hun bijdrage tot de waterverontreiniging te beperken. Dit kan door zich aan te sluiten op een riolering, door alternatieve zuiveringssystemen in te schakelen indien geen riolering aanwezig is, door gebruik te maken van milieuvriendelijke schoonmaakprodukten zoals fosfaatvrije detergenten, door zuinig en verantwoord om te gaan met pesticiden, door rationeel watergebruik (RWG), enz.. Maatregelen kunnen echter ook onrechtstreeks een gunstig effect hebben zoals het gebruik van milieuvriendelijke brandstoffen, het inkuipen van stookolietanks en het sorteren van afval zodat recyclage mogelijk wordt.

Industrie

De industrie kan werk maken van preventie en investeren in waterzuivering. Naargelang de sector moet via een grondige doorlichting van het produktieproces gezocht worden naar milieuvriendelijke alternatieven en mogelijkheden tot sanering. In bepaalde omstandigheden kunnen afvalwaterstromen gekoppeld worden aan het optredend debiet van de waterloop. Ook de mogelijkheden tot vermindering van de luchtverontreiniging, of het vermijden en verwerken van afval dienen ernstig in beschouwing genomen te worden en kunnen de waterkwaliteit indirect positief beïnvloeden.

De opslagplaatsen van grondstoffen en koolwaterstoffen kunnen waterdicht gemaakt worden. Bij de inrichting van industrieterreinen en de oprichting van gebouwen zou een afvoer van bluswater voorzien moeten worden.

Landbouw

De oplossingen die door de landbouw kunnen worden aangeboden zijn: het verantwoord gebruik van meststoffen en pesticiden, het tenvolle gebruiken van de mogelijkheden inzake mesttransport, een aanzet geven tot vermindering van de mestproduktie in probleemgebieden, zorgen voor voldoende mestopslagcapaciteit zodat niet moet worden bemest op ongunstige tijdstippen, toepassing van evenwichtsbemesting, enz..

5. | Maatregelen

5.1 | Zuivering van afvalwater

Riolering

Rioleringen, collectoren en persleidingen verzamelen het afvalwater van de huishoudens en de industriële rioollozers en brengen het naar de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). De rioleringsgraad bedroeg in 1991 in Vlaanderen zo'n 78 %[31] terwijl dit in Nederland 95 %[36] is. Om een grotere hoeveelheid huishoudelijk afvalwater te kunnen opvangen, dient het openbaar riolerings-en collectorennet te worden uitgebreid en moeten ook alle gezinnen die de mogelijkheid hebben zich op de riolering aan te sluiten daartoe worden verplicht.

De riolering in Vlaanderen is vrijwel overal van het gemengde type. Daardoor zijn op vele plaatsen overstorten voorzien. Bij het in werking treden van overstorten komen grote hoeveelheden regenwater, samen met afvalwater en rioolslib, in de ontvangende waterlopen terecht. De verontreiniging door overstorten kan worden beperkt via de volgende maatregelen: het regelmatig schoonmaken van de straten en van de straatkolken, het regelmatig schoonspuiten van de rioolbuizen, het bevorderen van de natuurlijke drainage, het afkoppelen van verharde oppervlakken, het herwaarderen van grachten en sloten, en tenslotte ook door een doordacht ontwerp van rioolstelsels en overstortconstructies[37]. In ecologisch waardevolle waterlopen en in waterlopen die de functietoekenning 'viswater' of 'drinkwaterproduktie' gekregen hebben is de constructie van overstorten nooit of enkel onder strenge voorwaarden toelaatbaar.

Bij de aanleg van nieuwe rioleringen zou de voorkeur moeten uitgaan naar rioolsystemen met gescheiden opvang van hemelwater en afvalwater. Het huishoudelijk afvalwater is dan meer geconcentreerd en kan aldus met grote efficiëntie door middel van een primaire zuivering worden ontdaan van circa 2/3 van de vuillast aan CZV en fosfaat. De primaire slibstroom kan via een passende anaërobe zuivering afzonderlijk worden behandeld met als resultaat een minimale produktie aan biologisch slib; bovendien is dit bio-slib in zo'n procesvoering van hoge kwaliteit zodat de afzet als humusbron minder problemen stelt.

Een betere ruimtelijke ordening kan de kosten voor de aanleg van rioleringen in nieuwe woonwijken aanzienlijk doen dalen. Voornamelijk de voor Vlaanderen typische lintbebouwing zorgt voor de nodige problemen inzake afvalwaterzuivering. Nieuwe verkavelingen, welke ook de omvang, mogen slechts worden ingericht indien aansluiting op een RWZI is voorzien. In bepaalde landelijke gebieden zal het nooit economisch haalbaar zijn om rioleringen en RWZI's te voorzien. Daar waar aansluiting op riolering niet mogelijk is moet de toepassing van alternatieve zuiveringstechnieken verplicht worden. Dit kan per woning gebeuren, per groep van woningen, per individueel landbouwbedrijf of per ruilverkaveling. Individuele zuiveringssystemen zoals septische putten en decantatieputten in combinatie met bacteriefilters, zinkputten of ondergrondse bevloeiing leveren relatief goede zuiveringsresultaten op

en behoeven weinig onderhoud en controle. Andere mogelijkheden zijn (in combinatie met septische putten) het gebruik van zandfilters, oxydatiebedden, biorotoren, oxydatiesloten, kleine actief-slib-systemen, riet- en percolatievelden, infiltratievelden, afvalwatervijvers, e.a.[38].

Primaire en secundaire zuivering

Zowel het huishoudelijk als het industrieel afvalwater kunnen via *primaire en secundaire zuivering* worden behandeld. Mechanische, fysisch-chemische, biologische en biotechnologische zuiveringstechnieken vullen elkaar daarbij aan. Met een meer nauwlettende uitbating en controle moet het mogelijk zijn om de rendementen van de RWZI's op te drijven. Bij de verwijdering van BZV zijn rendementen van 95 % haalbaar terwijl dit nu gemiddeld slechts 80 %[31,32] blijkt te zijn.

Op de 116 RWZI's zijn momenteel 1 630 000 inwoners aangesloten waardoor slechts 30 % van het huishoudelijk afvalwater gezuiverd wordt[31]. In 2000 zullen met het huidige investeringsprogramma (60 miljard voor collectoren en RWZI's) 250 zuiveringsinstallaties gebouwd (of in aanbouw) zijn en zal ongeveer 90 % van de ontbrekende bovengemeentelijke zuiveringsinfrastructuur zijn aangelegd. Zonder verdere uitbouw van het rioleringsnet (door de gemeenten) zal op dat moment het afvalwater van 4 370 000 inwoners op een RWZI toekomen[39]. Op een bevolking van 5 970 000 inwoners is dit 73 % wat nog steeds onvoldoende is.

De jaarlijkse uitgaven van de NV Aquafin werden geplafonneerd op 6 miljard frank (excl. BTW en algemene kosten) zodat de geplande investeringen in 2000 vermoedelijk nog niet zullen afgewerkt zijn. Bovendien is voor de verdere uitbreiding van rioleringen, wat de taak is van de 308 Vlaamse steden en gemeenten en niet van Aquafin, nog zo'n 90 miljard BF nodig (riolering in landelijke gebieden niet meegerekend)[40]. *Het halen van de basiskwaliteitsnormen in 1995 is derhalve onmogelijk.* Met het huidige investeringsritme inzake afvalwaterzuivering zullen de basiskwaliteitsdoelstellingen zelfs niet in 2010 worden gehaald. Daarvoor moeten de emissies van alle doelgroepen samen namelijk met 70 % tot 80 % worden verminderd ten opzichte van het niveau van 1991 (zie 3.3). De geplande investeringen (tot 2000) zullen de huishoudelijke vuilvracht evenwel slechts met de helft reduceren. Dit betekent dat de emissies van industrie en landbouw nog drastischer beperkt zouden moeten worden om globaal toch de 70-80 % reductie te halen.

In bepaalde gebieden is de bevolkingsdichtheid en de daaraan gekoppelde economische activiteit zelfs dermate hoog dat de zuiveringsgraad van het afvalwater onrealistisch groot zou moeten zijn om een aanvaardbare waterkwaliteit te kunnen bereiken.

Tertiaire zuivering

Naast primaire en secundaire zuivering van afvalwater zal ook *tertiaire zuivering*, of de ver doorgedreven verwijdering van nutriënten, veralgemeend moeten worden. Het opleggen van bemestingslimieten aan de landbouw om de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor te verminderen volstaat niet om de eutrofiëring van onze oppervlaktewateren (inclusief de Noordzee) en de verontreiniging van ons grondwater terug te dringen. De bijdrage van industrie en bevolking samen is groter dan die van de landbouw. Daarom moeten denitrificatie en defosfatering veralgemeend worden, en niet alleen worden toegepast bij lozing van afvalwater in oppervlaktewater met bestemming viswater en drinkwaterproduktie of in kanalen zoals voorzien in het investeringsprogramma. Bij de nutriëntenverwijdering kunnen zowel chemische (flocculatie), biotechnologische (nitraat- en fosfaatverwijdering via actief-slib-systemen) als biologische methoden (biomanipulatie) ingezet worden. Om de normen voor basiskwaliteit te kunnen halen moet de totale nutriëntenvracht in onze rivieren met minstens 70 % verminderd worden ten opzichte van het niveau van 1991 (zie 3.3).

5.2 | Emissiebrongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen

Bevolking

De lozing van milieubelastende stoffen via het huishoudelijk afvalwater moet sterk worden beperkt. Klein gevaarlijk afval (verf, pesticiden, afgewerkte olie, antivries, allerlei chemicaliën) moet in een milieubox naar inzamelingspunten gebracht worden en mag niet via de gootsteen verwijderd worden. Verder is het beter om fosfaatvrije detergenten te gebruiken en overmatig gebruik van chloorhoudende schoonmaakmiddelen te vermijden. De nadelige invloed van fosfaatvervangers op de mobiliteit van zware metalen in het milieu is echter nog niet voldoende onderzocht.

Een vorm van 'rationeel watergebruik' (RWG) voor de huishoudens is de gescheiden opvang van regenwater en afvalwater. Niet alleen wordt het afvalwater dan minder verdund, er wordt ook drinkwater gespaard. Het opgevangen regenwater kan worden gebruikt voor allerlei huishoudelijke toepassingen waarvoor geen water met drinkwaterkwaliteit nodig is. Bovendien laat regenwater een verminderd gebruik van detergenten toe omdat het zachter is.

Industrie

In heel wat bedrijven kunnen de afvalwaterstromen beter in de hand gehouden worden. Door recyclage en de afzonderlijke behandeling van deelafvalstromen kunnen zowel het afvalwaterdebiet als de belasting verminderen. Dit spaart het milieu en beperkt bovendien de kosten van de waterheffing.

Levenscyclusanalysen (LCA's) van produkten tonen aan welke afvalstromen er ontstaan tijdens de gehele levensduur van een produkt. Zo kan gekozen worden voor het produkt dat het best verenigbaar is met het principe van duurzame ontwikkeling. In deze context kunnen initiatieven als eco-label (voor produkten) en eco-audit (voor bedrijven) ook worden aangemoedigd.

De afvalwaterheffing zou de industrie ertoe moeten aanzetten om milieuvriendelijker te produceren, of om zelf (dit geldt voornamelijk voor de grote bedrijven) het afvalwater te zuiveren. Wanneer echter blijkt dat deze reglementering haar doel niet bereikt dan moet ze aangepast en eventueel verstrengd worden.

Via de lozingsvergunning kan de overheid restricties opleggen die gekoppeld kunnen worden aan de vooropgestelde kwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater. Om deze doelstellingen te kunnen bereiken zal het evenwel noodzakelijk zijn om de lozingsvoorwaarden in de toekomst aanzienlijk te verstrengen.

Er zou meer controle moeten komen op de afvalwaterlozingen om overtredingen op te kunnen sporen en te bestraffen. Bedrijven die echter op korte termijn inspanningen leverden om (via de best beschikbare technologieën) hun afvalwater te saneren en daardoor kunnen voldoen aan veel strengere normen dan de algemeen geldende, zouden beloond kunnen worden met een tijdelijke en/of gedeeltelijke vrijstelling van de heffingen. Op die manier is het mogelijk milieuinvesteringen echt aan te moedigen.

Landbouw

Er zijn emissiebeperkende maatregelen nodig om de nutriëntenverliezen van de landbouw te reduceren.Voor concrete voorstellen inzake mestopslag, mestuitspreiding, bemestingsnormen, mestbanken, mesttransport, mestverwerking, en dergelijke verwijzen we naar III.3 Vermesting. Verder kunnen preventieve maatregelen het probleem van de verzilting in de glastuinbouw aanpakken.

Landbouwers zouden pesticiden verantwoorder kunnen gebruiken door de spuitmachines beter af te stellen, de benodigde hoeveelheid spuitvloeistof exact te berekenen

(vermijden restanten) en zich te houden aan de voorgeschreven dosis. Chemische bestrijdingsmiddelen kunnen drastisch beperkt worden met geïntegreerde bestrijdingsmethodes. Deze methodes bestaan uit een combinatie van onder meer: aangepaste cultuurtechnieken, telen van resistente gewassen, inzetten van nuttige organismen om ziekten en plagen te bestrijden, toepassen van mechanische onkruidbestrijding en uitbouwen van een betrouwbaar waarschuwingssysteem (dat de landbouwers waarschuwt bij ziekten en plagen).

De directe en diffuse verontreiniging van oppervlaktewater door de landbouw kan tegengegaan worden door aan weerszijden van waterlopen een bufferzone te voorzien waarbinnen het gebruik van pesticiden en meststoffen beperkt of verboden wordt. De breedte van deze bufferzone zal afhangen van de ecologische waarde van de waterloop en de vorm en het bodemtype van de vallei[11].

In de toekomst zal meer werk gemaakt moeten worden van zogenaamde geïntegreerde produktiemethoden of teeltwijzen. In Nederland leverde duurzame akkerbouw op proefbedrijven al goede economische resultaten op en kan de stap naar de praktijk gezet worden. Alleen door een duurzame akkerbouw is het mogelijk om de hoeveelheden pesticiden en nutriënten die in het water terechtkomen sterk te verminderen. Een zogenaamde 'Good Agricultural Practice-Code' naar Engels voorbeeld zou de landbouwer in een beter daglicht kunnen stellen.

Wettelijke bepalingen zoals het mestdecreet kunnen de landbouwer verplichten bepaalde normen na te leven. Daarnaast zijn echter ook structurele wijzigingen op socio-economisch vlak noodzakelijk om tot effectieve resultaten te komen. Wellicht zou tevens meer bereikt kunnen worden door een goede voorlichting en sensibilisering.

5.3 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Ecologisch beheer van waterlopen

Naast de verbetering van de fysisch-chemische waterkwaliteit is ook de herinrichting en het ecologisch herstel en beheer van de waterlopen uiterst belangrijk. Om van onze rivieren opnieuw volwaardige aquatische ecosystemen te maken moet de meandering hersteld worden, moeten de oevers terug in hun natuurlijke vorm gebracht worden met de bijhorende begroeiing en moeten vispassages worden aangelegd die migraties voorbij barrières mogelijk maken. Door het intensieve gebruik van onze, meestal gekanaliseerde, waterlopen is het echter onmogelijk om overal opnieuw een hoog niveau van ecologische natuurlijkheid te bereiken. Het beleid kan echter wel een ecologische basiskwaliteit nastreven (via maatregelen van natuurtechnische milieubouw[28] en door sanering) en tegelijk werk maken van de bescherming van kwetsbare waterlooptrajecten. Bovenlopen van ecologisch waardevolle rivieren kunnen actief biologisch beheerd worden, waarbij het ecosysteem indien nodig in zijn meest natuurlijke vorm wordt hersteld en de negatieve menselijke invloed zoveel mogelijk wordt beperkt.

Sanering van waterbodems

De basiskwaliteitsdoelstellingen zullen op vele plaatsen slechts kunnen worden gehaald na het saneren van de waterbodems. Om tot een sanering te kunnen komen, moeten eerst nog heel wat praktische problemen worden opgelost inzake monstername- en analysemethodes, bepaling van mobiliteit en biologische beschikbaarheid van vervuilende stoffen, belang van de korrelgrootteverdeling, de beoordeling van de vervuilingsgraad via specifieke bioindicatoren en via toxicologisch onderzoek, het opstellen van een normering en het vastleggen van procedures met betrekking tot berging en/of sanering. In 1994 is een methodologische studie van start gegaan naar

de inventarisatie, de ecologische effecten en de sanering van de bodems van de Vlaamse waterlopen. Daarbij worden ook de mogelijkheden tot in situ of ex situ behandelingen door middel van bio-augmentatie onderzocht. De hoogdringendheid van de problematiek van de waterbodemvervuiling moet de beleidsmensen ertoe aanzetten de resultaten van deze studie zo vlug mogelijk in concrete acties te vertalen.

Bescherming van grondwater

De verontreiniging van grondwater is een vrijwel onomkeerbaar probleem. De mogelijke maatregelen zijn dan ook eerder brongericht dan effectgericht of curatief. Zo moet de uitspoeling van nutriënten, zware metalen en persistente organische stoffen naar het grondwater radicaal worden tegengegaan via emissiebrongerichte maatregelen (5.2).

De bescherming van het grondwater kan verder ook gebeuren door de afbakening van bron- en waterwingebieden. Deze afbakening geschiedt (tot nu toe) alleen op vraag van de drinkwatermaatschappijen. Binnen de afgebakende zones zijn een aantal handelingen verboden of gereglementeerd. De VLAREM-wetgeving bepaalt de vergunningsplichtige activiteiten en legt een aantal voorwaarden vast.

Naast de drinkwatermaatschappijen hebben echter ook de industrie, de landbouw en de bevolking (private putwaters) behoefte aan grondwater van goede kwaliteit. Daarom moeten er ook wettelijke voorschriften komen voor gebieden waaruit grondwater stroomt naar de winningen van de frisdrank- en voedingsindustrie evenals naar waardevolle natuurgebieden. Verder moet buiten de afgebakende zones effectief meer werk worden gemaakt van de bescherming van het grondwater. Dit moet gebeuren via het actief opsporen en verbaliseren van (onwettige) activiteiten die de bodem en het grondwater verontreinigen. De overheid zal daarvoor de nodige middelen op het gebied van financiering en personeel moeten ter beschikking stellen.

Tenslotte moet in de nabijheid van stortplaatsen de uitloging van contaminanten naar het grondwater toe continu worden onderzocht. Een verdere uitbreiding en integratie van de grondwatermeetnetten is dan ook dringend noodzakelijk teneinde een gedetailleerd beeld te verkrijgen van de grondwaterkwaliteit en van de evolutie ervan.

5.4 | Stroombekkenbenadering

Om tot een hecht emissiebrongericht en curatief beleid te kunnen komen, moeten de genoemde maatregelen telkens worden onderzocht in het globale kader van een volledig stroombekken. Daartoe voorziet het bekkendecreet in de oprichting van 10 bekkencomités. Na een grondig onderzoek van de lokale knelpunten en problemen (door alle betrokken instanties met bevoegdheden en belangen inzake waterkwaliteit, waterkwantiteit, natuurbehoud en natuurontwikkeling) kan precies worden bepaald welke maatregelen nodig zijn om de toestand te verbeteren. Bij deze stroombekkenbenadering moet eveneens aandacht geschonken worden aan de grensoverschrijdende problemen en wat de invloed is van of op andere bekkens, gewesten of landen, en op de Noordzee. De hoofddoelstelling van het stroombekkenbeleid is via een geïntegreerde gebiedsgerichte aanpak gezonde waterecosystemen te ontwikkelen en in stand te houden zodat een duurzaam gebruik gegarandeerd wordt[41]. Het zou echter zinvol zijn om per bekken meer concrete doelstellingen voorop te stellen, met aanduiding van een strikt bindend tijdschema.

5.5 | Onderzoek

In de toekomst zal ongetwijfeld meer aandacht moeten uitgaan naar het beleidsonderbouwend wetenschappelijk onderzoek. Om de impact van de voorgestelde maat-

regelen te kunnen inschatten moeten simulatiemodellen worden ontwikkeld. Met behulp van goed uitgebouwde meetnetten dienen deze modellen voortdurend getoetst te worden aan de werkelijke evoluties van de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit in de verschillende bekkens. Op die manier kunnen van deze modellen betrouwbare beleidsinstrumenten worden gemaakt om als basis te dienen voor een integraal waterbeheer.

Referenties

1 WEL, *Water, 50* (1990), 1.

2 AMINAL, De drinkwatervoorziening in Vlaanderen, Brussel, 1992.

3 De Pauw, N, Vannevel R., Macro-invertebraten en waterkwaliteit, Dossier 11, Stichting Leefmilieu, Antwerpen, 1991, 1993.

4 IHE, Kaart biologische kwaliteit van de waterlopen in België, Brussel, 1979.

5 VMZ, Jaarverslagen, Aalst, 1990.

6 VMM, Jaarverslagen immissiemeetnet, Erembodegem, 1991, 1992, 1993.

7 VMM, *Water, 74* (1994), 21.

8 Vannevel R., Maeckelberghe H., Handleiding biologisch en fysisch-chemisch onderzoek - immissiemeetnet water, VMM, Erembodegem,1992.

9 IHE, Kwaliteitsoverzicht van een aantal Belgische oppervlaktewateren, Brussel, 1981, 1986, 1988, 1991.

10 MINA Plan 2000, Milieubeleidsplan en Natuurontwikkelingsplan voor Vlaanderen 1990-1995, T. Kelchtermans, Vl. Min. Leefmilieu, Brussel, 1990.

11 Nagels A., Schneiders A., Weiss L., Wils C.,Verheyen R., Inventarisatie en typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vl. Gew., AMINAL, 1993.

12 VMM, Onderzoek naar de aanwezigheid van microverontreinigingen in oppervlaktewater van het Vlaamse Gewest, Erembodegem, 1992.

13 De Smedt P., De Breuck W., Loy W., Van Autenboer T.,Van Dijck E.,*Water, 33* (1987),1.

14 De Brabander K., Labeau M., *Water, 36* (1987), 98.

15 IHE, Leefmilieu in België nu en morgen, Statusrapport 1990, Brussel, 1990.

16 Demeyere A., Plasman C., Verslag aangaande het opsporen van pesticiden in de Belgische oppervlaktewateren, BMM, Brussel, 1993.

17 Vangenechten J.H.D., Vanderborght O.L.J., *Water, 15* (1984), 31.

18 IHE, De kwaliteit van het zwemwater in het binnenland van het Vlaamse Gewest en aan de Belgische kust in 1991, Brussel, 1992.

19 Van Dormael C., Van Doninck L., Van Damme M., *Water, 70* (1993), 75.

20 De Maertelaere J.M., *Water, 38* (1988), 6.

21 Rutten J., Van Doninck L. en Beckers B., *Water, 44* (1989), 5.

22 Foucart G., Landbouwtijdschrift, Gewasbescherming en Leefmilieu (1992).

23 De Breuck W., Verandering in de kwaliteit van de grondwaterlaag van de Paleozoïsche sokkel in Vlaanderen, Symp. Spa, 5 nov. 1993.

24 Vandelannoote A., Bruylants B., Verheyen R.F., *Water, 28* (1986), 73.

25 D'Hont D., De Pauw N.,Van Hoof F., *Water, 56* (1991), 19.

26 Vandelannoote A., Clement L., Verheyen R.,Van Loon J., *Water, 38* (1988), 2.

27 Vandenabeele P., *Water, 45* (1989), 60.

28 Claus K., Janssens L. (red.), Vademecum Natuurtechniek, AMINAL, 1994.

29 VMM, Resultaten Emissiemeetnet Water, Erembodegem, 1992, 1993.

30 De Cooman P., Scokart P., De Borger R., Kwantificering per hydrografisch bekken van de nutriëntenverliezen naar het oppervlaktewater door landbouwaktiviteit in België, ISO, Tervuren, 1993.

31 VMM, AWP II - Inventarisatie 1991 (45 rapporten), Erembodegem, 1992.

32 International Study Group, Description of the Water quality of the Scheldt catchment -

Interim progress report, Meeting Middelburg, 17 dec. 1993.

33 Persoone G., Goyvaerts M., Janssen C., De Coen W., Vangheluwe M., Cost-effective acute hazard monitoring of polluted waters and waste dumps with the aid of toxkits, RUG, Comm. EC, 1993.

34 VMM, Studie Emissie Microverontr., Kanaal Gent-Terneuzen., Erembodegem, 1993.

35 Bultynck J., *Water*, 51 (1990), 122.

36 Martijnse G., *H2O*, 17 (1989), 510.

37 Vaes G., Bellers R., Berlamont J., Riooloverstorten: randvoorzieningen, Studie i.o.v. AMINAL, Rapport KUL, 1994.

38 Van Der Beken A., Alternatieve waterzuiveringstechnieken, AROL, 1985.

39 VMM, Ontwerpinvesteringsprogramma 1995-1999, Erembodegem, 1993.

40 Vlario, *Nieuwsbrief*, 2 (1993), 1.

41 AMINAL, Rivierbekkenbeleid in Vlaanderen, Brussel, 1993.

Begeleiders

M. Bruyneel, Bestuur Beleid en Planning, VMM

W. De Breuck, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, RUG

J. de Schutter, Netebekkencomité, AMINAL

L. Deurinck, Finaneste Antwerpen

F. Ollevier, Zoölogisch Instituut, KUL

G. Persoone, Vakgroep Toegepaste Ecologie en Milieubiologie, RUG

T. Van Autenboer, Departement SBG, LUC

A. Van der Beken, Dienst Hydrologie, VUB

F. van Hoof, Laboratorium AWW

R.F. Verheyen, Departement Biologie, UIA

W. Verstraete, Vakgroep Biochemische en Microbiële Technologie, RUG

III.7 Bodemverontreiniging en -aantasting

P. Geuzens, C. Cornelis, Afdeling leefmilieu, VITO

De *bodem* is het vaste deel van de aarde met inbegrip van het grondwater en de organismen, die er zich in bevinden[1]. Het aspect grondwater wordt echter afzonderlijk besproken in III.6 Waterverontreiniging.

De bodem ontstaat aan het oppervlak van de aardkorst door de inwerking van wind, water en organismen op het moedermateriaal. Het moedermateriaal en de bodemvormende processen zoals uitloging, accumulatie, humusvorming en -afbraak en verwering bepalen het bodemtype. Een bodemtype kenmerkt zich door zijn profiel, vochttoestand en textuur. De textuur van een bodem wordt bepaald door de grootte van de bodemkorrels. Op basis hiervan wordt de bodem ingedeeld in de klassen zand, lemig zand, licht zandleem, zandleem, leem en klei. De bodem bestaat uit biotische en abiotische bestanddelen. Biotisch zijn alle levende organismen in de bodem zoals bacteriën, regenwormen, enz. In de abiotische bestanddelen onderscheiden we 3 fasen: een vaste fase (de bodemdeeltjes), een vloeibare fase (het bodemwater), en een gasfase (de bodemlucht). In dit thema beperken we ons tot de abiotische fase.

De mens kan de natuurlijke bodemtoestand op twee manieren verstoren: door bodemverontreiniging, of door bodemaantasting en bodemuitputting.

Bodemverontreiniging is de aanwezigheid van stoffen of organismen, veroorzaakt door menselijke activiteiten, op of in gronden, die de kwaliteit van de bodem op rechtstreekse of onrechtstreekse wijze nadelig beïnvloeden of kunnen beïnvloeden[1].

Bodemaantasting is het gevolg van handelingen, die een kwaliteitsdaling van het milieu veroorzaken, zonder het milieu te verontreinigen of uit te putten. Hieronder vallen: bodemerosie, verzilting, verdichting, wijzigingen in het microreliëf en profielafbraak[1].

Bodemuitputting is de onttrekking van milieu-eigen stoffen en energie met een dergelijke snelheid en omvang dat ze niet door natuurlijke aanvulling kan worden gecompenseerd[1].

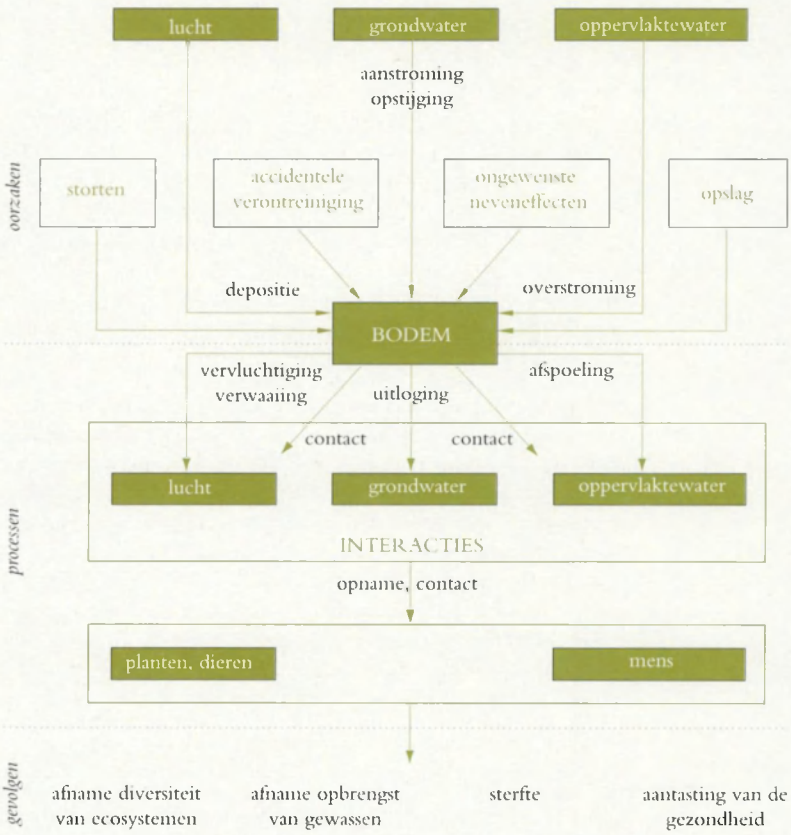
A Bodemverontreiniging

1 | Beschrijving van het thema

Bodemverontreiniging wordt veroorzaakt door het rechtstreeks toevoeren van ongewenste stoffen op of in de bodem. De bodem staat in contact met lucht en water (oppervlakte- en grondwater), en vanuit deze compartimenten kan verontreiniging worden aangevoerd. Als de verontreinigende stof eenmaal aanwezig is in de bodem, treedt herverdeling ervan in de bodem zelf en naar lucht en water op. De oorzaken

van bodemverontreiniging, met transportwegen en -processen, de effecten en gevolgen zijn in figuur 1 schematisch weergegeven.

Figuur 1: Oorzaken, processen en gevolgen van bodemverontreiniging.



De bestrijding van bodemverontreiniging vergt een andere aanpak dan de bestrijding van lucht- of waterverontreiniging. Vooral bij lucht zal een vermindering of uitschakeling van de verontreinigingsbron op korte termijn leiden tot een verbetering van de kwaliteit van de lucht. Maar een bodemverontreiniging verdwijnt niet meer of slechts zeer langzaam, zelfs wanneer de verontreinigingsbron al lang verdwenen is. De enige manier om de bodemverontreiniging op te lossen, is sanering van de bodem. Dit maakt dat we nog steeds geconfronteerd worden met ernstig verontreinigde terreinen, terwijl de bron reeds vele jaren verdwenen is. De inventarisatie en sanering van deze historisch verontreinigde terreinen behoren momenteel tot de belangrijkste aandachtspunten bij het bodembeleid.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

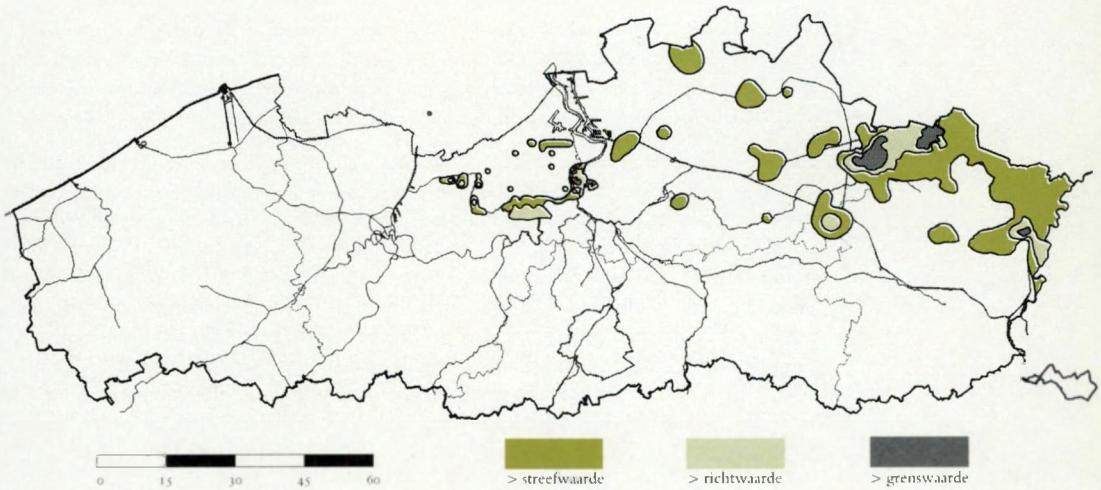
Bij de bespreking van de problematiek van de bodemverontreiniging in Vlaanderen maken we een onderscheid tussen twee vormen van bodemverontreiniging. De term *achtergrondverontreiniging* hanteren we wanneer de verontreiniging het gevolg is van

diffuse bronnen of van verspreiding over grote afstanden, bijvoorbeeld via de lucht of het oppervlaktewater. *Verontreinigde terreinen* ontstaan door geconcentreerde en duidelijk lokaliseerbare bronnen, zoals stortplaatsen of onzorgvuldige opslag van grondstoffen of afvalstoffen.

Achtergrondverontreiniging

Zware metalen. Figuur 2 geeft de achtergrondverontreiniging met zware metalen in Vlaanderen weer. Deze kaart is gebaseerd op in totaal ruim 3 000 bodemanalyses voor zink, cadmium, lood, koper en arseen (periode 1980-93). Een gedeelte van de bodemanalyses zijn het resultaat van een systematische bemonstering van een volledige regio. Andere gegevens hebben betrekking op een veel beperkter gebied rond gekende diffuse bronnen (bv. non-ferro bedrijven). De verdeling van de monsternamepunten over het grondgebied Vlaanderen is dus zeer onregelmatig en over belangrijke deelgebieden zijn nauwelijks gegevens beschikbaar. Op basis van de overzichtskaart kan de invloed van een aantal non-ferro bedrijven op de omgeving zeer duidelijk worden aangetoond. Herkenbaar is onder meer de omgeving van de (voormalige) non-ferro fabrieken van Balen, Overpelt, Lommel, Dilsen, Beerse, Reppel en Hoboken. De belangrijkste verontreinigingen zijn die met cadmium en zink. De totale oppervlakte met een verontreiniging boven de richtwaarde van VLAREM (bodemkwaliteitsdoelstelling) wordt geraamd op 30-40 km^2. Daarnaast valt ook de zware metaalverontreiniging naast een aantal waterlopen op. Met name de oevers van de Schelde, Durme en Moervaart blijken min of meer systematisch met zware metalen te zijn vervuild. Bij andere waterlopen in Vlaanderen zal de situatie waarschijnlijk vergelijkbaar zijn, maar daarvoor ontbreken voorlopig echter systematische analysegegevens.

Figuur 2: Achtergrondverontreiniging met zware metalen in Vlaanderen. Aangegeven zijn de gebieden waar de concentraties van zware metalen groter zijn dan de streefwaarde, de richtwaarde of de grenswaarde.



Organische verontreinigingen. De belangrijkste organische verbindingen die leiden tot achtergrondverontreiniging van de bodem zijn polyaromatische koolwaterstoffen (*PAK's*), *pesticiden* en *dioxines*. Systematische gegevens omtrent achtergrondverontreiniging met organische verbindingen in Vlaanderen ontbreken. De resultaten van enkele beperkte bemonsteringscampagnes van onverdachte gebieden zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1: Achtergrondconcentraties van organische verbindingen in de bovenste bodemlaag in Vlaanderen.

Verbinding			Concentratiegrenzen (µg per kg droge stof)
polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's)		fluoranteen	46-222
		benzo(b)fluoranteen	3-262
		benzo(k)fluoranteen	2-184
		benzo(a)pyreen	2-113
		indeno1,2,3(cd)pyreen	35-129
		benzo(ghi)peryleen	18-91
PCB (totaal)			< 10-69 [a]
pesticiden	hexachloorbenzeen		< 0,07-3 [a]
	pp'DDT		< 0,5-60 [a]
	pp'DDD		< 0,4-6 [a]
dioxines (TEQ) [b]			0,002

[a] *< betekent kleiner dan de detectielimiet van het meettoestel.*

[b] *dioxineconcentratie uitgedrukt in toxicologische equivalenten (TEQ) van het 2,3,7,8-TCDD, de meest toxische van alle dioxines. Bron: Van Cleuvenbergen, Schoeters, 1993[2]; Cornelis, Geuzens, 1993[3].*

Volgens buitenlandse gegevens kunnen de achtergrondconcentraties van *PAK's* in de omgeving van verontreinigingsbronnen (hoofdzakelijk verkeersassen) tot meer dan een factor 10 boven de achtergrondwaarden in onverdacht gebied liggen.

Over de concentraties van *pesticiden* in de bodem bestaan in Vlaanderen nauwelijks gegevens. Uit de hoger genoemde metingen blijken vooral organochloorverbindingen, bijvoorbeeld DDT en hexachloorbenzeen, in meetbare concentraties aanwezig te zijn. Nochtans is hun gebruik sinds jaren verboden in België.

De *dioxineconcentraties* in de bodem in de buurt van industriegebieden variëren tussen 2,73-8,94 ng TEQ/kg droge stof[2]. België is één van de belangrijkste depositiegebieden voor dioxines, ook vanuit het buitenland. De gemiddelde berekende depositie van dioxines in België bedraagt 8,7 ng TEQ/m²/j, met de hoogste deposities (meer dan 20 ng TEQ/m²/j) rond Antwerpen, Kortrijk en de as Brussel-Charleroi[4]. Deze cijfers betekenen een gemiddelde jaarlijkse toename in de bovenste bodemlaag (5 cm) met enkele procenten ten opzichte van de reeds aanwezige concentraties. Ook in de omgeving van *afvalverbrandingsinstallaties* zijn de dioxineconcentraties in de bodem hoger. In de onmiddellijke omgeving van de installatie lopen de concentraties op tot meer dan 75 ng TEQ/kg droge stof, ook als gevolg van verwaaiing van stof en vliegas[5]. Tot een straal van 3 km zijn de niveaus beduidend hoger (meer dan 15 ng TEQ/kg droge stof) dan het achtergrondniveau[5].

Verontreinigde terreinen

Verontreinigde terreinen zijn zowel het gevolg van fouten of onzorgvuldigheden uit het verleden als van de vroegere onbekendheid van de problematiek. Voorbeelden zijn het storten van huishoudelijke, industriële en zelfs giftige afvalstoffen of het onzorgvuldig opslaan of achterlaten van grondstoffen. OVAM heeft sinds 1993 in totaal ongeveer 1 300 terreinen in onderzoek genomen (tabel 2). Het totale aantal verontreinigde terreinen in Vlaanderen wordt, mede op basis van buitenlandse gegevens,

voorlopig geschat op 6 000. Vooral oude stortplaatsen en verlaten fabrieksterreinen blijken belangrijke bronnen van bodemverontreiniging te zijn. Regionale verschillen zijn voornamelijk te wijten aan de (on)volledigheid van het uitgevoerde onderzoek.

Tabel 2: Aantal terreinen in onderzoek op potentiële bodemverontreiniging per provincie (situatie december 1993).

	W-Vl.	O-Vl.	Brab.	Antw.	Limb.	*Totaal*
Oude stortplaats	7	32	6	259	162	*466*
Verlaten fabrieksterrein	12	42	13	64	321	*452*
Stortplaats in exploitatie	0	8	2	5	1	*16*
Fabrieksterrein in exploitatie	0	9	3	12	39	*63*
Verontreinigde bodem	1	10	9	20	16	*56*
Illegale opslag	14	83	55	28	53	*233*
Totaal	*34*	*184*	*88*	*388*	*592*	*1286*

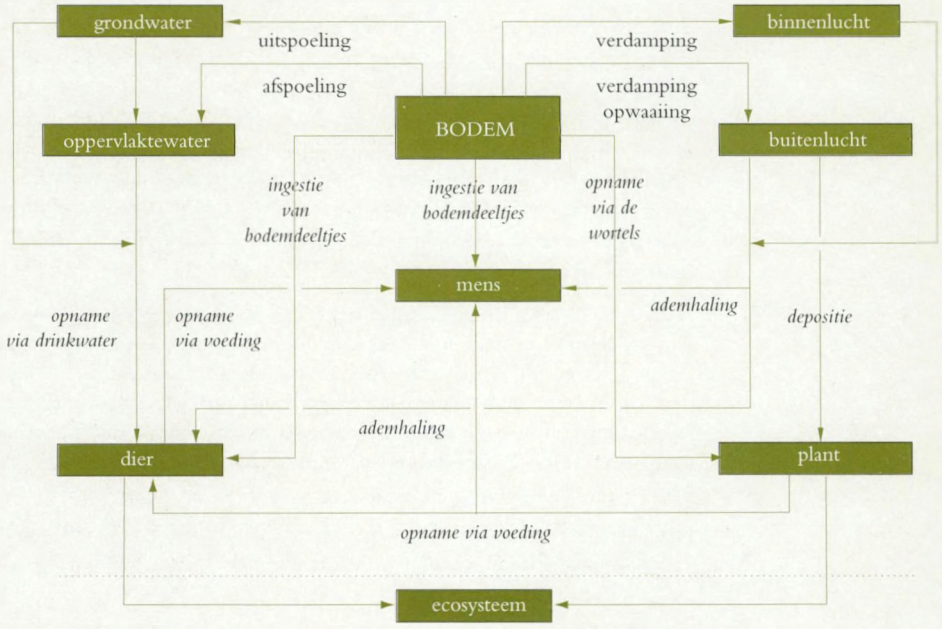
Bron: OVAM, 1993[6].

Een bijzonder probleem is de opslag van *brandstoffen en petroleumprodukten*, zowel voor industrieel als voor particulier gebruik. Vlaanderen telt ongeveer 2 600 verkooppunten van motorbrandstoffen (situatie op 1 januari 1993), waarvan een groot aantal in woongebieden en zo'n 10 % in waterwingebieden ligt. Het aantal particuliere ondergrondse brandstoftanks wordt geraamd op 600 000. Uit diverse onderzoeken blijkt de kans op bodemverontreiniging door lekken reëel. Systematische en precieze gegevens ontbreken evenwel.

2.2 | Gevolgen

De mogelijke transport- en blootstellingswegen bij bodemverontreiniging zijn schematisch weergegeven in figuur 3. Door verdamping en stofopwaaiing kan verontreiniging van binnen- en buitenlucht optreden. Via het infiltrerende regenwater kan de verontreiniging uitspoelen naar het grondwater. Zowel wind als afspoelend water kunnen verontreiniging van nabij gelegen oppervlaktewater of omliggende terreinen veroorzaken.

Figuur 3: Transport- en blootstellingswegen bij bodemverontreiniging.



De *blootstelling* van mens en ecosysteem kan optreden via verschillende mechanismen. Kleinere organismen in de bodem kunnen via direct contact de verontreiniging opnemen. Via de wortels en via depositie kan verontreiniging van planten optreden. Grotere dieren komen in contact met de verontreiniging via directe opname van stofdeeltjes en water, via inademing en via de voeding. De mens neemt de verontreinigende componenten op via de voeding, de ademhaling, het drinken van water en via direct contact. Het gedrag van de verontreinigende component en de blootstelling eraan wordt mede bepaald door de eigenschappen van de verontreiniging, door de functie van het terrein en door de kenmerken van de bodem zoals bodemtype en vochtgehalte.

Zware metalen

Zware metalen zijn niet of weinig vluchtig. Hun aanwezigheid in de lucht wordt grotendeels veroorzaakt door opwaaiend stof. Een aantal metalen is tamelijk mobiel in de bodem en spoelt gemakkelijk uit naar het grondwater. Voorbeelden hiervan zijn cadmium en zink. Deze mobiliteit is kleiner naarmate het kleigehalte en het humusgehalte van de bodem hoger is. Ook de zuurtegraad van de bodem speelt een belangrijke rol. Cadmium, zink en kobalt worden gemakkelijk door planten opgenomen; andere metalen, zoals lood en chroom, veel minder. Ook de plant zelf speelt hierin een belangrijke rol. Zware metalen die door dieren opgenomen worden, hopen zich vooral op in bepaalde organen zoals de lever en de nieren. Sommige bodemorganismen, zoals de regenworm, zijn in staat zware metalen in sterke mate vast te houden. Voor de mens vindt de blootstelling aan zware metalen vooral plaats via de voeding. Bij kinderen is ook het inslikken van bodemdeeltjes een niet te verwaarlozen risico. Zware metalen zijn niet afbreekbaar.

Organische verbindingen

Binnen de groep van organische verbindingen is er een groot verschil in vluchtigheid en mobiliteit. Hoogmoleculaire verbindingen, zoals PAK's en dioxines, zijn weinig vluchtig en spoelen slechts in beperkte mate uit naar het grondwater. Lichte koolwaterstoffen zoals solventen, benzeen en tolueen, zullen vrij snel uit de bodem verdampen. Bepaalde pesticiden, zoals atrazine, spoelen snel door naar het grondwater. Andere pesticiden, zoals diquat en paraquat, adsorberen snel en sterk. Andere organische stoffen, zoals stookolie, kunnen vanwege hun geringe wateroplosbaarheid bij hoge concentraties drijflagen vormen op het grondwater.

De opname van organische verbindingen (PAK's, dioxines) in de voedselketen gebeurt vooral door directe depositie op gras dat door het vee wordt opgegeten. Opname uit de bodem via de plantenwortels is minder belangrijk. Organische moleculen kunnen zich in het dierlijk vetweefsel ophopen (bv. DDT in het vetweefsel van viseters) waardoor ze in vlees en melk terechtkomen. De mens neemt deze moleculen vooral op via de voeding, zowel door consumptie van plantaardige als van dierlijke produkten. Alleen in een sterk verontreinigde omgeving kan ook de opname via de ademhaling belangrijk zijn.

De werkelijke blootstelling en het risico van bodemverontreiniging worden overigens in belangrijke mate mede bepaald door de gebruiksbestemming van het verontreinigde terrein. In woongebieden spelen kinderen, kunnen groenten geteeld worden, zijn mensen de hele dag aanwezig. Op industrieterreinen is de blootstelling beperkt tot volwassenen gedurende de werktijden; vooral inhalatie en uitspoeling naar het grondwater zijn er van belang. In natuurgebieden staat de bescherming van het ecosysteem voorop.

Het optreden van negatieve gevolgen hangt af van de totale blootstelling ten opzichte van de tolereerbare blootstelling. Er is een onderscheid tussen gevolgen op korte ter-

mijn en gevolgen op lange termijn. Onder gevolgen op korte termijn vallen ziekteverschijnselen of acute sterfte. Gevolgen op lange termijn kunnen het resultaat zijn van een blootstelling aan een dosis die lager is dan de acute dosis, waarbij slechts na verloop van tijd ziekteverschijnselen of sterfte optreden. In de landbouw kan bodemverontreiniging op lange termijn leiden tot dalende gewasopbrengsten, verminderde vlees- en melkproduktie, kwaliteitsdaling en een verhoogde ziektegevoeligheid. De chronische gevolgen kunnen ook het resultaat zijn van doorvergiftiging. Zo kunnen bepaalde dosissen onschadelijk zijn voor de eerste blootgestelde groepen, zoals planten en dieren, maar bijvoorbeeld wel schadelijk voor de mens. Er verloopt hier een bepaalde tijd tussen oorzaak en gevolg.

De korte-termijngevolgen bij ecosystemen omvatten de sterfte of ziekte van individuen. Een ecosysteem is opgebouwd uit een complex geheel van soorten en populaties, met daartussen talrijke interacties; schade aan individuen leidt daarom tot een keten van gevolgen, gaande van populaties en levensgemeenschappen tot het gehele ecosysteem. De gevolgen bestaan uit: wijzigingen in biodiversiteit (soortenrijkdom), wijzigingen in structuur en wijzigingen in de functie van het ecosysteem. Het is momenteel nog zeer moeilijk om deze gevolgen te meten of in te schatten. Vooral in Nederland wordt veel moeite gedaan om een beter inzicht in de ecotoxicologie te krijgen.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Om de blootstelling van de doelgroepen te beperkten tot een aanvaardbaar risiconiveau, is het van belang tot een normering te komen. In Vlaanderen bestaat die nog nauwelijks. Er is wel een zeer beperkt normeringskader (kwaliteitsdoelstellingen) opgenomen in het Vlaams Reglement voor Milieuvergunningen (VLAREM II) (tabel 3). Bovendien is er een bodemsaneringsdecreet in voorbereiding[1] waarin de kwaliteitsnormen voor de bodem als volgt worden gedefinieerd:

- *streefwaarde*: het gehalte aan verontreinigende stoffen op of in de bodem of in het grondwater, dat als normale achtergrond in niet-verontreinigde bodems met vergelijkbare bodemkenmerken teruggevonden wordt;
- *richtwaarde*: het gehalte aan verontreinigende stoffen op of in de bodem of in het grondwater, waarbij geen nadelige effecten voor de volksgezondheid of het leefmilieu worden vastgesteld;
- *grenswaarde*: het gehalte aan verontreinigende stoffen op of in de bodem of in het grondwater, dat niet mag worden overschreden wegens het risico van ernstige nadelige effecten voor de volksgezondheid of het leefmilieu.

Tabel 3: Enkele bodemkwaliteitsdoelstellingen volgens VLAREM II in mg/kg droge stof.

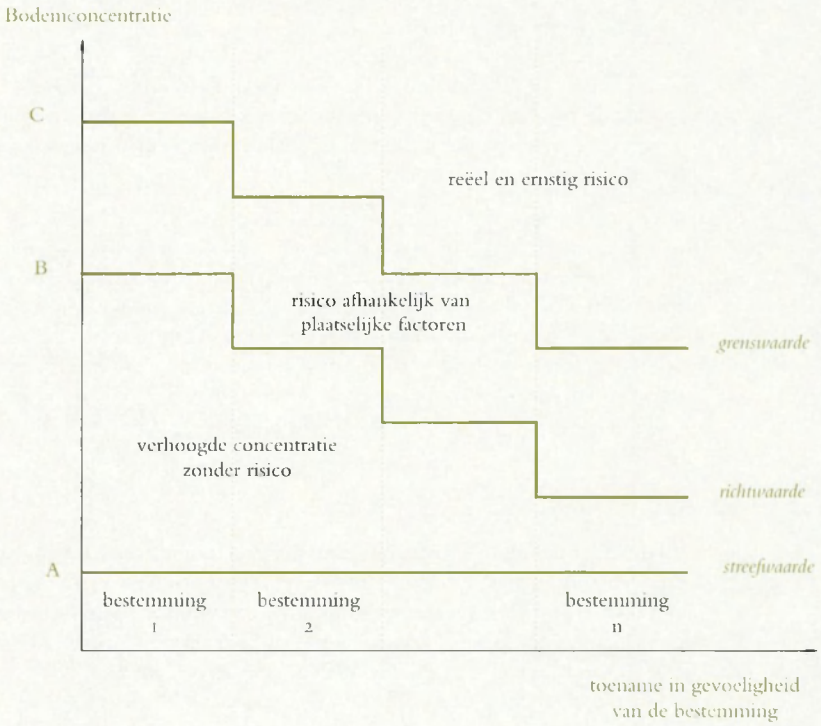
Bestemming		As	Cd	Cr	Hg	Zn	Cu	Pb	benzo(a)pyreen	PCB (totaal)
Alle	A	20	1	50	0,5	150	50	100	1	0,2
Kinderspeelterreinen	B	20	2	50	0,5	300	50	200	1	0,2
	C	50	10	250	10	2 000	250	1 000	5	1
Particuliere	B	40	2	100	2	300	50	300	2	0,5
groentetuinen	C	80	5	350	20	600	200	1 000	5	2,5
Afgesloten	B	50	10	200	10	1 000	500	1 000	5	5
industrieterreinen	C	200	20	800	50	3 000	2 000	2 000	10	15
Bouwland	B	40	2	200	10	300	50	500	–	–
	C	50	5	500	50	600	200	1 000	–	–
Niet-agrarische	B	40	5	200	10	300	50	1 000	–	–
ecosystemen	C	60	10	500	50	600	200	2 000	–	–

A: streefwaarde, B: richtwaarde, C:grenswaarde

Bron: VLAREM II, 1992[2]

Het normeringskader voor de bodem is geïllustreerd in figuur 4.

Figuur 4: Normeringskader voor bodems.



De *streefwaarden* voor de bodem worden gebaseerd op metingen in achtergrondgebieden. Ze zijn *onafhankelijk van de bodembestemming*. Voorlopig zijn de kwaliteitsdoelstellingen overgenomen uit Duitsland en daardoor niet altijd relevant voor de Vlaamse situatie. Een recente studie[3] geeft achtergrondgehalten voor zware metalen en een aantal organische verontreinigingen in referentiegebieden in Vlaanderen die geen aanwijsbare verontreinigingsbronnen bevatten. Voor *zware metalen* worden de streefwaarden *afhankelijk gesteld van het bodemtype*. Bodems met een hoog kleigehalte, bevatten van nature een hogere concentratie van een aantal zware metalen. Voor organische verbindingen wordt geen rekening gehouden met de kenmerken van de bodem. Er is reeds een *voorlopig voorstel voor streefwaarden*. Voor een aantal zware metalen (arseen, koper, nikkel en lood) zijn de voorgestelde waarden in zware bodems (met een hoog kleigehalte) lager dan nu in VLAREM II. Voor lichte bodems die van nature een laag gehalte aan een aantal zware metalen bevatten, zijn de waarden dan nog lager. Het voorstel voor de organische verbindingen, geeft voor benzo(a)pyreen een tien maal lagere waarde, voor PCB's een ongeveer twee maal lagere waarde dan in VLAREM II[3].

De *grens- en richtwaarden* zouden kunnen afgeleid worden op basis van het principe van de multifunctionaliteit van de bodem. Een multifunctionele bodem is een bodem die in staat is alle mogelijke functies te vervullen. Indien men van dit principe uitgaat, moet de strengste richtwaarde gelden voor alle bestemmingen. Gezien de invloed van de bestemming van een terrein op het blootstellingsrisico en de hoge kostprijs voor sanering van historische verontreinigingen, is het verdedigbaar de grens- en richt-

waarden *afhankelijk* te stellen van de *bodembestemming*. Dit principe is reeds opgenomen in de bodemkwaliteitsdoelstellingen van VLAREM II[7]. Op dit ogenblik is er voor Vlaanderen een uitgebreid normeringsstelsel in de maak dat rekening houdt met de bestemming van de bodem en vooral gebaseerd is op menselijke blootstelling. Voor de bescherming van ecosystemen stellen wij voor om een beroep te doen op de in Nederland gehanteerde methode[8].

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Verspreiding via de lucht

Atmosferische depositie is één van de belangrijkste oorzaken van diffuse achtergrondverontreiniging van de bodem. Gasvormige verontreinigingen worden voornamelijk uitgewassen via de regen en komen op die manier in de bodem terecht. De depositie van aërosolen hangt vooral af van de aërodynamische diameter. Fijne deeltjes (aërodynamische diameter kleiner dan 3 µm) hebben een verblijftijd van enkele uren tot dagen en kunnen zich verspreiden over verre afstanden tot ongeveer 2 000 km (zwevend stof). Deeltjes met een aërodynamische diameter groter dan 3 µm zijn veel zwaarder en sedimenteren dichter bij de emissiebron (neervallend stof). In het verleden zijn grote gebieden rond non-ferro bedrijven verontreinigd door metaalhoudend stof dat als gevolg van ertsoverslag en de uitstoot van rookgassen bij het thermische metaalwinningsproces in de omgeving werd verspreid. Op dit ogenblik is verspreiding via de lucht onder meer verantwoordelijk voor diffuse bodemverontreiniging met PAK's (industriële emissies, verbrandingsprocessen, verkeer), zware metalen (verkeer, non-ferro), dioxines (verbrandingprocessen) en pesticiden (spuitdrift). Ook zuurvormende componenten (zie III.2A Verzuring) worden voornamelijk via de lucht verspreid en geven op die manier aanleiding tot bodemverzuring.

3.2 | Gebruik van bodemverontreinigende produkten in de landbouw

De moderne landbouw gebruikt diverse produkten of afvalstoffen die de bodem verontreinigen. Door het gebruik van mengmest, kunstmest en zuiveringsslib kunnen zware metalen zich ophopen in de bodem. Persistente pesticiden stapelen zich op in de bodem of spoelen uit naar het grondwater. Voor bepaalde afvalstoffen (zoals zuiveringsslib) worden nuttige toepassingsmogelijkheden gezocht in de landbouw. De accumulatie van stoffen is enerzijds beperkt en geeft niet direct aanleiding tot overschrijding van de streefwaarden, maar anderzijds betekent ze op langere termijn een bedreiging voor zowel de landbouwkundige als ecologische waarde van de bodem.

3.3 | Morsen bij opslag en overslag van produkten

De verontreiniging van bestaande of voormalige industrieterreinen is dikwijls het gevolg van het morsen van vloeibare of vaste produkten bij opslag of overslag. Eerder werd al het probleem van de ondergrondse opslag van brandstoffen genoemd. Voor de hand liggende bronnen zijn ook lekkende leidingen, pompen, vaten en tanks. Ook calamiteiten in produktieprocessen of bij het vervoer van allerlei soorten chemicaliën kunnen de bodem ernstig vervuilen. Historische bodemverontreinigingen zijn dikwijls veroorzaakt door de opslag van (vaste) grondstoffen of produkten op onverharde terreinen.

3.4 | Storten van afvalstoffen

Vroeger werden afvalstoffen zonder veel voorzorgsmaatregelen op of in de bodem gestort. Dit gold zowel voor het storten van reststoffen van industriële produktieprocessen op het bedrijfsterrein als voor het storten van huishoudelijke afvalstoffen op

kleine gemeentelijke stortplaatsen. Veel van deze voormalige stortplaatsen zijn nu te beschouwen als 'black points' die een dringende sanering vereisen. Moderne stortplaatsen zijn degelijk geïsoleerd ten opzichte van de omgeving door een ondoordringbare onderafdichting waardoor de verontreiniging van bodem en grondwater tot een minimum wordt beperkt. Met het oog op een nuttige nabestemming van het terrein is er ook een degelijke bovenafdichting voorzien. Toch blijven stortplaatsen op lange termijn een vorm van bodemverontreiniging. Indien de gevolgen naar de directe omgeving dan al vergaand kunnen worden beperkt, zal men in ieder geval gebruiksbeperkingen aan de betreffende terreinen moeten opleggen.

3.5 | Bodemverontreiniging door verontreinigd oppervlaktewater

De verontreiniging van ons oppervlaktewater heeft ertoe geleid dat ook de onderwaterbodems dikwijls sterk verontreinigd zijn. Veel waterlopen moeten regelmatig worden geruimd. Bij kleine waterlopen wordt het slib dikwijls gewoon op de oever gedeponeerd. Bij grotere waterlopen wordt het baggerslib vaak gestort op speciale stortplaatsen. In het verleden werd dergelijk slib soms zelfs opgespoten als industriegrond. Ook wanneer verontreinigde waterlopen overstromen kan de bodem verontreinigd raken. Vooral de overstromingsgebieden binnen de winterdijk van overstromingsgevoelige rivieren zijn hieraan onderhevig.

3.6 | Afvalstoffen gebruikt als secundaire bouwstoffen

Behalve in de landbouw kunnen ook in de bouw bepaalde bulkafvalstoffen (onder meer bouw- en sloopafval, metaalslakken, korrelassen van de huisvuilverbranding en vliegassen van thermische centrales) gebruikt worden. Ze worden bijvoorbeeld toegepast in de wegenbouw (onderwegfundering, verharding parkeerterreinen) of in allerhande bouwmaterialen (o.m. assenblokken). Zonder duidelijke en bindende regelgeving is het risico op bodemverontreiniging echter reëel. Een bekend voorbeeld uit het verleden is het gebruik van zinkassen als weg- en erfverharding.

4 | Rol van de doelgroepen

Een precieze kwantificering van de bijdrage van ieder van de verschillende doelgroepen is niet mogelijk. Dit komt voornamelijk doordat de verontreiniging van de bodem voor een belangrijk deel een historisch karakter heeft. De huidige bijdrage van een bepaalde doelgroep kan zeer sterk verschillen van de vroegere bijdrage.

4.1 | Bevolking

De bevolking veroorzaakt diverse vormen van bodemverontreiniging. De verwarming van gebouwen is verantwoordelijk voor ongeveer de helft van alle atmosferische PAK-emissies. Lekken in stookolietanks van gebouwen vormen talrijke puntbronnen die de bodem met koolwaterstoffen verontreinigen. Uit een zeer beperkt onderzoek[9] is gebleken dat tot 42 % van de stookolietanks lek was. Voor een degelijke kwantificering van het betreffende risico ontbreken voorlopig echter de nodige gegevens.

Sluikstorten, particulier verbranden van afval, gebruik van pesticiden, compost en meststoffen zijn bronnen van bodemverontreiniging waarvan de omvang moeilijk in te schatten is. Door de produktie van afval levert de bevolking een onrechtstreekse bijdrage tot mogelijke verontreiniging op stortplaatsen en bij afvalverbranding.

4.2 | Landbouw

Het gebruik van dierlijke mest, kunstmest en zuiveringsslib als mest in de landbouw voert *zware metalen* toe naar de bodem (tabel 4). Het gebruik van dierlijke mest is de belangrijkste bron in landbouwgronden. Alleen voor cadmium is het gebruik van kunstmeststoffen ook van betekenis. Uiteraard zijn er grote regionale verschillen, die niet in tabel 4 gegeven zijn. Bij de omrekening naar een toename van de zware metaalconcentraties in de bouwvoor blijken deze dosissen niet direct aanleiding te geven tot overschrijding van de streefwaarden op korte termijn. De termijnen voor overschrijding van de streefwaarden variëren van 160 jaar voor koper, 480 jaar voor zink, tot meer dan 1000 jaar voor de andere metalen.

Tabel 4: Totale aanvoer van zware metalen op Vlaamse landbouwgrond (ton/jaar).

	Zn	Cu	Cd	Pb	Ni	Co	Cr	Mn	Hg
Dierlijke mest	1 312	652	1,73	20,85	25,95	23,72	16,99	735	0,25
Zuiveringsslib	12	4	0,05	2,58	0,46	0	0,53	0	0,01
Kunstmest	0	0	1,93	0	0	0	0	0	0,0
Totaal	*1 316*	*656*	*3,71*	*23,43*	*26,41*	*23,72*	*17,52*	*735*	*0,26*

Bron: VLM, Mestactieplan, 1993[10]; Van Renterghem en Verstraete, 1991[11]; VMM, 1992[12].

De hoeveelheid zuiveringsslib die naar de landbouw wordt afgezet, was in 1992 beperkt tot ongeveer 10 000 ton droge stof. De dosering wordt meestal beperkt tot ongeveer 1 ton droge stof per hectare. Vanwege van de relatief hoge metaalconcentraties in het zuiveringsslib kan dit voor bepaalde frequent bemeste terreinen echter een belangrijke bijdrage zijn tot de verontreiniging met zware metalen.

De landbouwsector is de belangrijkste bron van bodemverontreiniging door *pesticiden*. De andere bronnen (houtbehandeling, huishoudelijk gebruik, proceswater) veroorzaken meestal niet onmiddellijk bodemverontreiniging. Bij nieuwe pesticiden is er een tendens naar lagere dosissen, meer selectiviteit en minder resistentie. Er wordt gestreefd naar een beter gebruik van pesticiden, naar toepassingsmethoden met minder afspoeling en drift, en geïntegreerde gewasbescherming. In het kader van de Conferentie van de Noordzee wordt gestreefd naar een 50 % reductie van de toevoer van een aantal pesticiden naar de Noordzee over de periode 1985-95. Deze reductie zal uiteraard ook gevolgen hebben voor de verontreiniging van de bodem.

4.3 | Bosbouw

De bosbouw gebruikt vrijwel geen meststoffen, tenzij op experimentele schaal of bij de bebossing van nieuwe gronden. Bekalking wordt wel toegepast. Bosbodems zijn echter vaak verontreinigd ten gevolge van depositie op de bladeren. De afgevallen bladeren komen op de bodem terecht.

4.4 | Energiesector

Bij de energieproduktie kan, als gevolg van atmosferische emissies, verontreiniging met zware metalen en organische verbindingen optreden. Vooral kolengestookte centrales stoten zware metalen, fluoriden, dioxines en PAK's uit.

Rechtstreekse bodemverontreiniging is vooral een gevolg van de onzorgvuldige opslag van produkten (kolen, olieprodukten) en afvalstoffen (vliegassen). De opslag en overslag was in het verleden zeker een belangrijke bron van bodemverontreiniging met koolwaterstoffen en minerale oliën. Op basis van beperkte ervaringsgegevens kan gesteld worden dat vrijwel alle grotere op- en overslagstations voor brandstoffen en een groot gedeelte van de benzinestations, in het verleden aanleiding heb-

ben gegeven tot bodemverontreiniging. Een preciese raming ontbreekt echter volledig. Op dit ogenblik is de emissie naar de bodem zeker sterk gereduceerd door diverse, algemeen toegepaste maatregelen zoals inkuiping van opslagtanks en verharding van bedrijfsterreinen. De oude terreinen zijn echter nog nauwelijks gesaneerd zodat de verontreiniging van het grondwater voortduurt.

Een specifiek probleem uit het verleden zijn oude stadsgasfabrieken. Vlaanderen telt 45 locaties waar dergelijke fabrieken gevestigd waren. Uit buitenlandse ervaring weten wij dat deze activiteit vrijwel zeker leidt tot bodemverontreiniging met zware metalen, cyaniden, PAK's en minerale olie.

4.5 | Chemische nijverheid

Afhankelijk van de processen kan de chemische nijverheid de oorzaak zijn van een breed gamma van bodemverontreinigingen. De belangrijkste oorzaken van bodemverontreiniging zijn het lekken van pompen, tanks en leidingen, de overslag van stoffen en de opslag van grondstoffen, produkten en afvalstoffen. Momenteel voert AMINAL een systematische bemonsterings- en analysecampagne uit van een 25-tal industrieterreinen in Vlaanderen. De gegevens zijn echter nog niet beschikbaar.

4.6 | Industriesector basismetaal

In Vlaanderen is de non-ferro sector in de afgelopen eeuw de belangrijkste veroorzaker geweest van bodemverontreiniging door zware metalen. Grote hoeveelheden zware metalen (vooral cadmium, zink en lood en in mindere mate arseen) werden verspreid via atmosferische emissie en depositie en via het gebruik van zinkassen voor de verharding van landbouwwegen. Enkele tientallen km² grond in de onmiddellijke omgeving van voornoemde bedrijven is verontreinigd met vooral cadmium en zink tot boven de richtwaarde. Ten opzichte van vroeger zijn de atmosferische emissies sterk gereduceerd. De bijdrage van de non-ferrosector is echter nog steeds aanzienlijk en varieert van ongeveer 2 % voor kwik tot meer dan 60 % voor arseen. Tabel 5 geeft de deposities gemeten met een net van neerslagkruiken werden in de omgeving van de non-ferro bedrijven te Hoboken en Balen. Een deel van de gemeten depositie is zeker veroorzaakt door het heropwaaien van metaalhoudend stof in de omgeving (secundaire depositie).

Tabel 5: Depositie van zware metalen in de omgeving van non-ferro bedrijven in Balen en Hoboken (in g/ha/jaar).

	Hoboken		Balen	
Afstand tot bedrijf (km)	cadmium	lood	cadmium	lood
0-1	174	1942	164	1314
1-2	91	1380	81	938
2-3	84	905	48	730
3-4	63	558	35	423

Bron: Lisec, 1985[13].

4.7 | Bouwsector

De activiteiten in de bouwsector leveren weinig gevaar op voor de verontreiniging van de bodem. Mogelijke gevaren ontstaan bij verfactiviteiten en dakbedekking, indien er onzorgvuldig omgesprongen wordt met produkten. De produktie van bakstenen en keramiek vormt een bron van atmosferische emissie van anorganische stoffen, waaronder fluoriden. De bouwsector staat momenteel onder toenemende druk om diverse afvalstoffen (vliegassen, metaalslakken, korrelassen, enz.) te hergebruiken als secundaire bouwmaterialen. Bij de uitloging van verontreinigingen uit dit materiaal bestaat risico op bodemverontreiniging.

4.8 | Verkeer en vervoer

Het verkeer is de belangrijkste bron voor atmosferische emissie van zware metalen: in 1992 veroorzaakte het de helft van de totale emissie van lood en ruim 40 % van de emissie van koper en mangaan. In mindere mate worden ook zink en nikkel uitgestoten. De uitstoot van lood daalt stelselmatig, zowel door reductie van het loodgehalte in loodhoudende benzine, als door de invoering van loodvrije benzine. Voor PAK's is het verkeer de tweede belangrijkste bron. Vooral voertuigen met dieselaandrijving zijn hiervoor verantwoordelijk. De depositie van stoffen vindt uiteraard vooral plaats in de onmiddellijke omgeving van drukke verkeersaders. Systematische gegevens over bijvoorbeeld loodverontreiniging naast drukke verkeerswegen zijn echter niet beschikbaar. Ook wanneer het regenwater van het wegdek afspoelt kunnen verontreinigende stoffen in de bodem terecht komen. Voorbeelden hiervan zijn strooizout, olieresten, roetdeeltjes (PAK's) en zware metalen die vrijkomen door de slijtage van banden en remmen.

4.9 | Infrastructuren

Concrete gegevens over lekken van pijpleidingen zijn niet beschikbaar. Het gebruik van afvalstoffen in de wegenbouw houdt een risico in voor uitloging van ongewenste stoffen. Vroeger werden vaak wegen aangelegd met assen en slakken uit de non - ferro-industrie, wat de bodem heeft verontreinigd. Het nuttig hergebruik van afvalstoffen zal waarschijnlijk nog toenemen.

Ook stortplaatsen zijn potentiële bronnen van bodem- en grondwaterverontreiniging. Oude stortplaatsen worden op dit ogenblik veelal beschouwd als verontreinigde terreinen die gesaneerd dienen te worden. Moderne stortplaatsen bieden in principe voldoende garantie tegen grondwaterverontreiniging. Op lange termijn houden ze echter op zijn minst een gebruiksbeperking in van de bodem.

Afvalverbrandingsinstallaties zijn relatief belangrijke bronnen van atmosferische emissie van dioxines en ook van chloor en kwik.

5 | Maatregelen en instrumenten

5.1 | Procesgeïntegreerde en emissiebrongerichte maatregelen

Het preventief beleid moet erop gericht zijn minstens de huidige bodemkwaliteit te behouden (stand-still principe).

Verontreinigde terreinen

Voor de preventie van bodemverontreiniging op bedrijfsterreinen zijn een hele reeks bodembeschermende maatregelen vastgelegd in VLAREM II. Deze bodembeschermende maatregelen hebben onder meer betrekking op de volgende punten:

- bovengrondse opslag met ondoordringbare inkuiping van vloeibare grondstoffen, produkten of brandstoffen;
- verharding en ondoordringbaar maken van bedrijfsterreinen;
- opslag en afvoer van afvalstoffen;
- aanvaardbaarheidscriteria en richtlijnen voor inrichting en exploitatie van stortplaatsen;
- opslag van drijfmest.

Voor bedrijven waaraan de nieuwe VLAREM-procedure een milieuvergunning toekent, worden hiermee voldoende garanties ingebouwd voor de bescherming van de bodem. De bedrijven die werken met een oude exploitatievergunning hebben in principe 5 jaar tijd om de nieuwe milieuvergunningsvoorwaarden over te nemen.

Voor deze bedrijven gelden dikwijls veel minder strenge voorwaarden, met name voor bodembescherming.

Een specifiek probleem is de particuliere ondergrondse opslag van brandstoffen. Nieuwe ondergrondse opslagtanks moeten worden gemeld vanaf een volume van 5 000 liter. Kleinere maar vooral oude, en dikwijls totaal onbetrouwbare, ondergrondse opslagtanks ontsnappen op dit ogenblik aan iedere controle. Een degelijke inventarisatie van deze problematiek is dringend noodzakelijk. Controlemaatregelen moeten dwingend worden opgelegd. Bovendien is het van het grootste belang de bevolking te sensibiliseren om het milieubewustzijn te doen toenemen.

Achtergrondverontreiniging

Zware metalen. Het intensief gebruik van *mengmest* dat zware metalen bevat, moet in de eerste plaats worden verminderd. De maatregelen hiertegen lopen parallel met de maatregelen tegen vermesting. Omtrent de kwaliteitscriteria van zuiveringsslib voor gebruik in de landbouw bestaan bindende afspraken tussen OVAM en Aquafin. De vastgelegde kwaliteitsdoelstellingen moeten volstaan als overgangsmaatregel tot er voldoende emissiebrongerichte maatregelen genomen zijn om de kwaliteit van het zuiveringsslib te verbeteren.

De *cadmiumemissie* kan worden verlaagd door het terugdringen van het kunstmestgebruik, door een herverdeling van de overschotten aan dierlijk mest en door het overschakelen op fosfaatertsen met een lager cadmiumgehalte of het verwijderen van een gedeelte van het cadmium uit het proces. Deze processen zijn op dit ogenblik beschikbaar. Emissiereducerende maatregelen die passen in de doelstellingen om de verspreiding van gevaarlijke stoffen te beperken, zullen uiteraard ook de achtergrondverontreinigng van de bodem verminderen. De effecten zullen vooral zichtbaar zijn in de nabije omgeving van de betreffende emissiebronnen. Voor het verkeer is de directe invloedszone beperkt tot ongeveer 100 m, voor een schoorsteen is dit enkele kilometers. Het fijne stof wordt over veel grotere afstanden verspreid zodat de depositie grensoverschrijdend zal zijn. Emissiereducerende maatregelen zullen zich dus altijd maar ten dele vertalen in een vermindering van de depositie op de bodem.

Organische stoffen. De maatregelen om de verspreiding van gevaarlijke stoffen te reduceren zullen ook hier indirect de achtergrondbelasting van de bodem reduceren.

5.2 | Curatieve of effectgerichte maatregelen

Het curatief beleid is erop gericht om problemen uit het verleden op te lossen of de gevolgen ervan voor mens en milieu tot een minimum te beperken (stand-still principe).

Verontreinigde terreinen

De belangrijkste lacune op dit ogenblik om tot sanering van verontreinigde bedrijfsterreinen over te gaan, is zonder twijfel het ontbreken van een degelijke en specifieke wetgeving. Enerzijds blijkt het voor de overheid moeilijk om dwangmaatregelen op te leggen, anderzijds bestaat er juridische onduidelijkheid omtrent de aansprakelijkheid van de eigenaar of exploitant van een verontreinigd terrein. Dit gebrek wordt zeer binnenkort (einde 1994) opgelost doordat het *ontwerp-decreet betreffende de bodemsanering*[1] waarschijnlijk van kracht zal worden. Een aantal zeer belangrijke en algemeen aanvaarde principes worden in dit decreet vastgelegd. Er wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen historische en nieuwe bodemverontreiniging. Het principe van de objectieve aansprakelijkheid wordt ingevoerd. Er zal een geografische inventaris worden aangelegd van alle gegevens over bodemverontreiniging. Duidelijke saneringsnormen zullen worden vastgelegd. In afwachting van een duidelijk juridisch kader levert OVAM inspanningen om alle Vlaamse terreinen volledig te

inventariseren. De invoering van het bodemsaneringsdecreet zal wellicht een belangrijke impuls geven aan het bedrijfsleven, zowel voor het vrijgeven van gegevens omtrent de verontreiniging van hun bedrijfsterrein als voor het effectief saneren van bepaalde sterk verontreinigde terreinen.

Voor het uitvoeren van saneringswerken op kosten van de overheid moeten prioriteiten worden gesteld op basis van objectieve criteria, waarbij niet de verontreiniging zelf maar de omgevingsparameters doorslaggevend moeten zijn. Belangrijke omgevingsparameters zijn de kwetsbaarheid van het grondwater, het bodemgebruik, de biologische waarde van het terrein, het risico voor de volksgezondheid en de risico's voor verdere verspreiding. In afwachting van definitieve sanering is het uiteraard van het grootste belang om verdere verspreiding van de verontreiniging te beletten en om de directe risico's voor de volksgezondheid te beperken.

Achtergrondverontreiniging

Curatieve maatregelen om de bestaande, sterk verspreide achtergrondverontreinging ongedaan te maken, zijn over het algemeen zeer moeilijk. Daarom is het van het uiterste belang om minstens de huidige bodemkwaliteit te bewaren. Het grootste probleem van achtergrondverontreiniging is op dit ogenblik zonder meer de verontreiniging met zware metalen (vooral cadmium en zink) in de wijde omgeving van een aantal (voormalige) non-ferro bedrijven. De grootste risico's hangen samen met de particuliere groententeelt in deze sterk verontreinigde gebieden. De sterkst verontreinigde percelen moeten gesaneerd worden door afgraven. In het kader van een beperkt proefproject werden in de loop van 1991 een 25-tal groentetuinen in Noord-Limburg en Balen afgegraven en met goede teelaarde aangevuld. Als afgraven uitgesloten is, moeten gebruiksbeperkingen worden opgelegd. Voor de meest verontreinigde landbouwgronden wordt alleen een bestemmingswijziging als natuurgebied, industrieterrein of ontginningsgebied haalbaar geacht. Voor de minder verontreinigde percelen kunnen ook maatregelen worden genomen om de plantbeschikbaarheid van de metalen te reduceren (pH-verhoging, toevoeging organische stof, verhoging kationenuitwisselingscapaciteit).

B Bodemaantasting

1 | Bodemerosie

1.1 | Beschrijving van het thema

Bodemerosie is een proces waarbij bodemmateriaal wordt verplaatst onder invloed van water of wind. Ook onder natuurlijke omstandigheden vindt bodemerosie plaats, maar een antropogene verstoring kan leiden tot een versnelling en intensivering van dit proces.

Winderosie beperkt zich tot de zandige delen van de Kempen, delen van de zandstreek en de kustduinen. Winderosie treedt reeds op bij geringe windsnelheden (vanaf 5-7 m/s). Zanddeeltjes (50-500 µm) verplaatsen zich sprongsgewijze door de lucht door botsing met elkaar en onder invloed van de wind. De fijnere deeltjes worden meegevoerd naar de hogere luchtlagen, terwijl het grovere materiaal over de bodem rolt en schuift[14].

Watererosie strekt zich uit over een brede strook in Midden-België, van het westen tot het oosten, samenhangend met het in deze gebieden voorkomende bodemtype. De inslag van regendruppels op een erosiegevoelige bodem doet bodemdeeltjes opspringen en breekt bodemaggregaten af. Hierdoor verslempt de bovenste bodem-

laag die minder waterdoorlatend wordt.

Watererosie treedt op wanneer het stromend water bodemmateriaal met zich meevoert. We spreken van *intergeulerosie*, wanneer er nog geen duidelijke afstromingspatronen zichtbaar zijn. Vanaf een kritische helling van 4-6 % concentreert het water zich in geultjes en dan treedt *geultjeserosie* op. Indien het water zich concentreert in laagten, of via bermen en talluds afspoelt, kunnen diepe ravijnen ontstaan (*ravijnerosie*). Het afgespoelde bodemmateriaal kan zich onderaan de helling afzetten (*colluviatie*) of meegevoerd worden naar waterlopen of riolen[15].

De erosiegevoeligheid van een bodem wordt bepaald aan de hand van de bodemkenmerken en geeft het gemiddeld bodemverlies aan onder standaardomstandigheden van erosiviteit van de regen, hellingsgraad en lengte van het terrein, en op een onbegroeid perceel in zaaibed en bewerkt volgens de hellingslijnen[16].

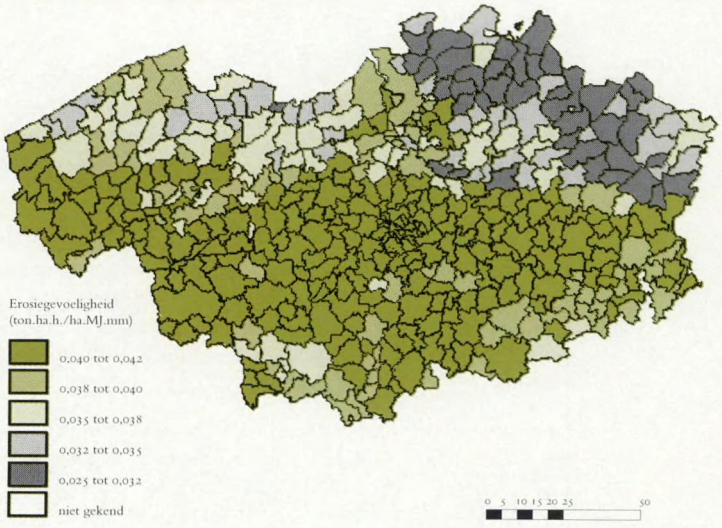
1.2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

Over de omvang van winderosie zijn slechts weinig gegevens beschikbaar. De effecten zijn in Vlaanderen ook minder belangrijk dan bij watererosie. Van belang zijn wel de zandverstuivingen in de kuststreek. De effecten van winderosie bestaan uit het verdwijnen van de fijne bodemdeeltjes uit het betreffende gebied en het onderstuiven van verder af gelegen gebieden.

Het bodemareaal dat in België onderhevig is aan watererosie wordt geschat op 150 000 ha[17]. De erosiegevoelige streken situeren zich vooral in Midden-België; van Westelijk Henegouwen, de Vlaamse Ardennen, het Pajottenland, Zuid-Brabant en het Hageland, tot Haspengouw. De erosiegevoeligheid houdt verband met het daar aanwezige bodemtype: leem en zandleem[17]. Watererosie veroorzaakt jaarlijks een bodemverlies van een paar tot een tiental ton grond/ha. In bepaalde gevallen kan deze hoeveelheid oplopen tot 100 ton/ha.j (10 mm/j). De natuurlijke bodemerosie onder climaxvegetatie bedraagt meestal minder dan 100 kg/ha.j (0,01 mm/j)[18]. Hiertegenover staat een maximale bodemvorming van 10-13 ton/ha.j (1 mm/j)[19]. Op een aanzienlijk deel van de percelen overschrijdt de erosie dus deze waarde.

Hoewel er nog geen volledige inventaris van de watererosie in Vlaanderen bestaat, is het wel mogelijk de erosiegevoeligheid van de bodem in kaart te brengen (figuur 5). De erosiegevoelige gebieden zijn duidelijk gelokaliseerd in de leem- en zandleemstreek.

Figuur 5: Erosiegevoeligheid van de bodem ten noorden van Samber en Maas.

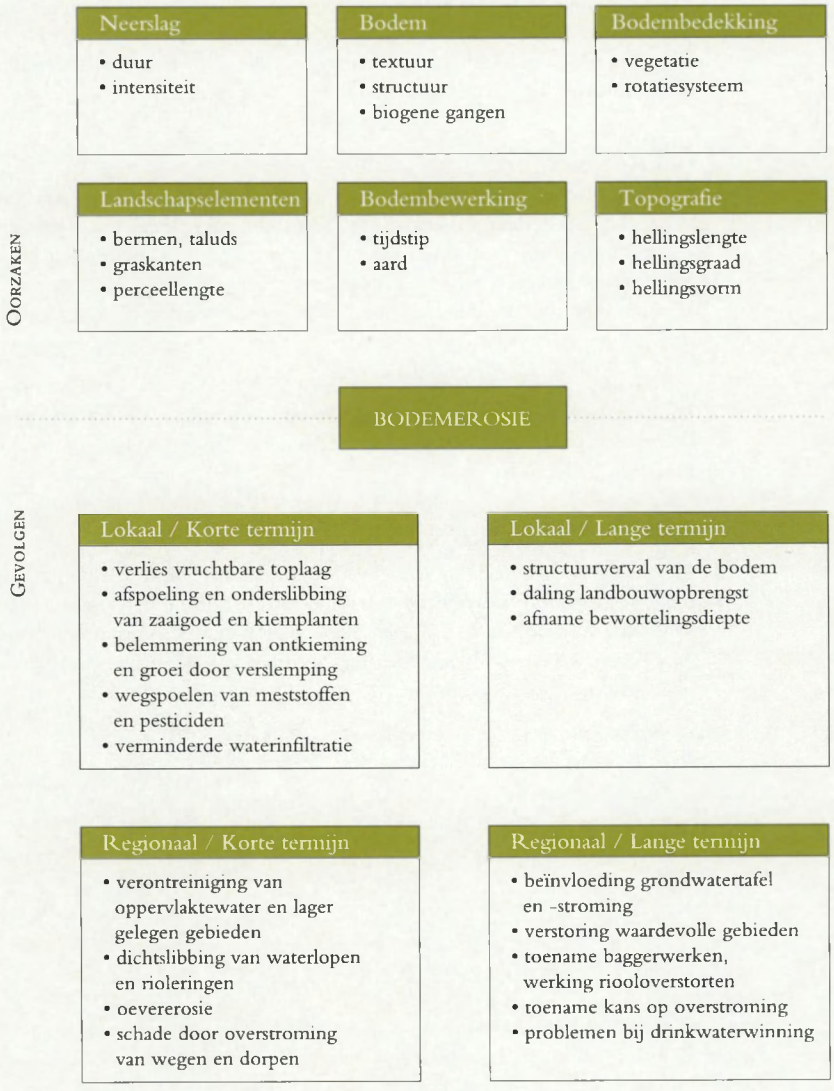


Bron: Declercq en Poesen, 1992[16].

De watererosie neemt steeds ernstiger vormen aan. In het afgezet colluvium worden soms zelfs zand en stenen uit de bodemlaag onder de leemmantel aangetroffen.

De gevolgen van watererosie zijn weergegeven in figuur 6. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen op korte termijn en op lange termijn, en tussen lokale en regionale gevolgen. Het opbrengstverlies, dat door één wolkbreuk veroorzaakt kan worden op landbouwgronden, werd in 1980 geschat op 2 000-3 000 BF/ha/j[19]. De schade, die overstromingen ten gevolge van erosie veroorzaken, kan oplopen tot meer dan 100 miljoen BF. In de Verenigde Staten wordt de kostprijs van de regionale gevolgen geschat op 2 000 BF/inwoner.

Figuur 6: Oorzaken en gevolgen van bodemerosie.



Het is niet mogelijk om bodemerosie volledig in te dijken. Een maximaal bodemverlies van 10 ton/ha/j (1 mm/j) wordt internationaal als *grenswaarde* aanvaard. De lokale omstandigheden kunnen echter een lagere grenswaarde vereisen.

1.3 | Bronnen en oorzaken

De factoren die aanleiding geven tot winderosie en watererosie komen grotendeels overeen. Winderosie wordt vooral veroorzaakt door ontbossing, oppervlakkige uitdroging, ongunstige bodemstructuur en geringe bodembedekking[14].

De oorzaken van watererosie zijn in figuur 6 weergegeven. De volgende factoren bepalen de ernst van de erosie: gevoelige bodemtextuur (leem en zandleem), laag gehalte aan organische stof, verzuring van de bodem, grondbewerking op ongunstige tijdstippen en met te zware machines, schaalvergroting, akkerbouw op steile hellingen, teelt van gewassen met geringe bodembedekking (maïs, bieten), aanwezigheid van holle wegen, taluds en natuurlijke laagten.

De ruimtelijke ordening en het verdwijnen van landschapselementen kunnen een positieve of negatieve rol spelen bij het optreden van bodemerosie. De verharding van oppervlakken leidt tot een toename van de af te voeren debieten die tot erosie kunnen leiden als ze over onverharde bodems stromen.

1.4 | Rol van de doelgroepen

De landbouw is de belangrijkste doelgroep bij bodemerosie. Bij de landbouw wordt immers de natuurlijke vegetatie, die een bescherming biedt tegen erosie, verwijderd en vervangen door cultuurgewassen. Hierdoor komt de bodem gedurende een aantal maanden onbedekt te liggen. Zelfs tijdens de maanden waarin er gewassen op het terrein verbouwd worden, is de bedekkingsgraad nog vrij gering. De wijze waarop de landbouwgronden bewerkt worden en ingedeeld zijn, heeft eveneens een belangrijke invloed op het optreden van erosie.

De landbouw is ook de belangrijkste groep voor het aanbieden van oplossingen, vooral ter voorkoming van verdere bodemerosie door wijzigingen in teeltwijze en perceelindeling.

1.5 | Maatregelen en instrumenten

Aangezien bodemerosie in veel gevallen al tot aanzienlijke schade heeft geleid, moeten beleidsmaatregelen in eerste instantie gericht zijn op het voorkomen of beperken van verdere schade in de probleemgebieden. Bodemerosie is immers een onomkeerbaar proces. In tabel 6 is een overzicht gegeven van de maatregelen ter voorkoming of bestrijding van bodemerosie.

Tabel 6: Maatregelen ter bestrijding en voorkoming van bodemerosie.

Maatregelen	Opmerkingen
Procesgeïntegreerd	
• herbebossing op kritische hellingen (vanaf 4-5 %)	• landbouwkundig interessante terreinen worden uit gebruik genomen
• voorkomen ravijnerosie door verminderen van de waterafvoer, verhogen van de erosieweerstand van laagten en grasstroken langs bermen	• mogelijkheden zijn plaatsafhankelijk
• voorkomen winderosie door aanplanten van lineaire landschapselementen (bomenrijen)	• verkleining van de perceelsgrootte
• omzetting van sterk erosiegevoelige percelen in permanent grasland	• het grasland moet verspreid liggen in het bedrijfsareaal om ook in de andere percelen een gunstig effect te geven • grasland kan in een systeem van gewaswisseling opgenomen worden

	• verspreid grasland leidt tot verkleining van de perceelsgrootte
• verbetering van de structuur door bekalking, toevoer organische stof	• leem bezit een geringe samenhang
• strokenbouw, aanleg van grasgangen (begroeide waterwegjes)	• drastische verkleining van de perceelsgrootte
	• kans op dichtslibben door afzetting van grond
• grondbewerking loodrecht op de helling	• slechts op hellingen van minder dan 10-12 %
	• gevaar op ravijnvorming bij hevige regen
• voldoende vegetatieve bedekkingsgraad door groenbemesters, tussenteelt, minimalisatie van de bodembewerking	• aan te passen aan locatie
	• al dan niet opbrengstdaling
Effectgericht	
• bestrijden ravijnerosie door stabilisatie met steenmateriaal en folies	• mogelijkheden plaatsafhankelijk

Bron: De Ploey, 1986[20].

Momenteel lijkt de economisch meest haalbare maatregel het gebruik van aangepaste teelttechnieken met minimale bodembewerking, en het toepassen van tussenteelten om de bodem bedekt te houden.

Sensibilisering van de landbouwers omtrent de ernst van het fenomeen is een vereiste omdat het probleem vaak nog onderschat wordt. Het beleid op lange termijn moet er rekening mee houden dat maatregelen slechts op kleine schaal uitgewerkt kunnen worden, aangezien de processen locatie-afhankelijk zijn. Maatregelen kunnen via gewestplannen en plannen van aanleg opgelegd worden. Subsidies kunnen een positieve invloed uitoefenen. Een volledige inventarisatie, nodig voor een systematische aanpak van bodemerosie, ontbreekt nog.

2 | Verdichting

2.1 | Beschrijving van het thema

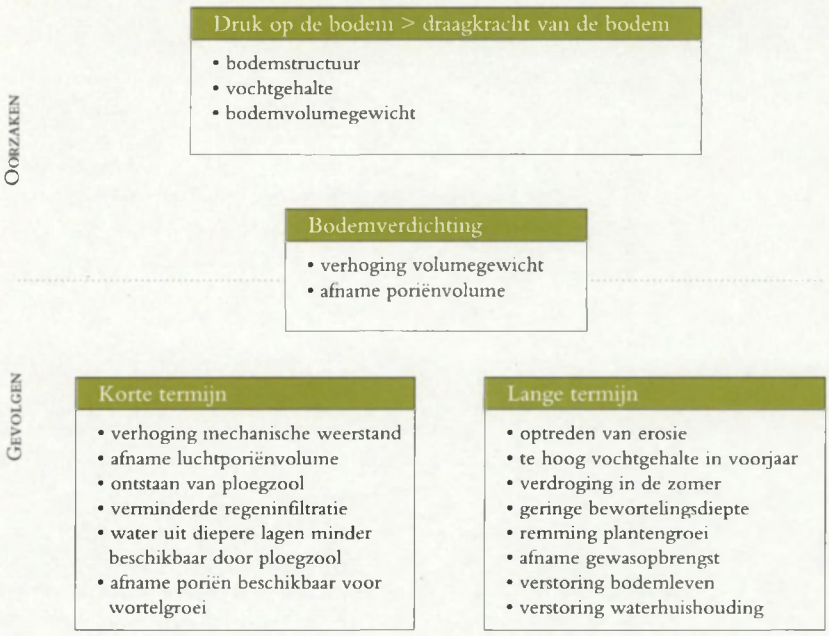
Verdichting van de bodem treedt op wanneer de inwerkende druk groter is dan de draagkracht. Een bodem is beter bestand tegen verdichting wanneer de structuur goed is, het gewicht per volume hoog en het vochtgehalte laag. Ook het gehalte aan organisch materiaal speelt een rol.

2.2 | Milieu-impact

Verdichting leidt tot een hoger volumegewicht van de bodem en een afname van het poriënvolume. In figuur 7 is een overzicht gegeven van de oorzaken en gevolgen van bodemverdichting. Verdichting bestaat vooral op landbouwgronden, waar onder de bouwvoor vaak een verdichte ploegzool aangetroffen wordt. Ook in bossen en recreatiegebieden wordt verdichting waargenomen.

In Vlaanderen zijn slechts weinig gegevens bekend omtrent de verspreiding en de ernst van mogelijke bodemverdichting. In Nederland is reeds meer aandacht besteed aan dat probleem in landbouwgebieden. Zo zou 25 % van de maïspercelen er een zwaar verdichte en 50 % een matig verdichte ondergrond hebben. Verdichting veroorzaakt een ongunstige toestand van de bodem voor de groei van planten, en leidt tot een verstoring van het biologisch evenwicht in de bodem. De opbrengstdaling van maïs ten gevolge van verdichting varieert van 15-26 %. De gevolgen van verdichting voor grasland zijn minder ernstig. Klei- en leemgronden zijn het meest onderhevig aan verdichting.

Figuur 7: Oorzaken en gevolgen van bodemverdichting.



2.3 | Bronnen en oorzaken

De oorzaak van bodemverdichting is het uitoefenen van een te grote druk op de bodem. Het berijden van de bodem met te zwaar materieel of in ongunstige omstandigheden, of het te vaak betreden van de grond leidt tot bodemverdichting.

2.4 | Rol van de doelgroepen

2.5 | Maatregelen en instrumenten

In tabel 7 zijn de doelgroepen weergegeven met oorzaken en maatregelen.

Tabel 7: Doelgroepen als veroorzakers van bodemverdichting en maatregelen[21,22,23].

Doelgroep	Oorzaken	Maatregelen
Landbouw	• gebruik van te zwaar materieel	• aslast van de voertuigen aanpassen (max 10 ton)
	• bodembewerkingen bij te natte grond	• aangepaste bandenspanning (0,5 bar in voorjaar, 1 bar normaal)
		• bodembewerken bij geschikte weersomstandigheden
		• gebruik van aangepaste landbouwmachines en banden
		• vergroten van percelen
		• loswoelen van de ploegzool
Bosbouw	• gebruik van te zwaar materieel	• gebruik van aangepast materieel
		• onnodig berijden van bospercelen vermijden
Recreatie	• betreden van natuurgebieden, bossen	• beperken van toegang
		• verplicht gebruik van paden

In de praktijk blijkt dat het in de landbouw vooral van belang is om ploegzolen te voorkomen. Een diepwoeler kan de ploegzool loswoelen, maar dit heeft slechts effect gedurende een beperkte tijd. Bij grotere percelen kan er sneller geploegd worden en moet er minder met de ploeg gedraaid worden. Aangezien perceelsvergroting bodemerosie bevordert, is dit in erosiegevoelige gebieden geen geschikte maatregel. Momenteel zijn er een aantal instrumenten, die onrechtstreeks het gevaar voor verdichting kunnen verminderen. Dit zijn het mestdecreet, en de verplichte braaklegging van landbouwpercelen.

Er bestaat onvoldoende informatie over de omvang van de verdichting in Vlaanderen. Daarom is er een inventarisatie van de problematiek nodig. Het is tevens noodzakelijk de doelgroepen te sensibiliseren. Bij recreatie zou het daadwerkelijk toepassen van de bestaande regelgeving, en het beschermen van gevoelige gebieden, voldoende moeten zijn.

3 | Verzilting

3.1 | Beschrijving van het thema

Verzilting is het indringen van brak of zilt grondwater tot in de wortellaag van de bodem. Hierdoor stapelen zouten zich op in de bodem.

3.2 | Milieu-impact

Het verziltingsprobleem doet zich vooral voor in de polders. Als gevolg van de vroegere overstromingen van de kustgebieden met zeewater, bleef zout water achter in de grondwaterlagen, meestal op een aanzienlijke diepte (5-25 m). Zonder belangrijke menselijke ingrepen wijzigt de situatie weinig in het verloop van de tijd[24]. In figuur 8 zijn de uiterste grenzen van de verzilting van het grondwater weergegeven.

Figuur 8: Begrenzing van de verzilting van het grondwater.



Bron: De Breuck, 1992[24].

Het zoet water dat zich onder de kustduinen bevindt, verhindert het terugstromen van het zoute water naar de zee. Het in de bodem dringende (zoete) regenwater verhindert dat zout water, dat een hogere dichtheid heeft dan zoet water, aan de oppervlakte komt.

Een te hoog zoutgehalte heeft negatieve gevolgen voor de plantengroei. De meeste planten en landbouwgewassen gedijen niet of veel minder in zilte bodems. Een aantal soorten groeit wel van nature in de zoute gebieden van de kuststreek. Een verhoging van het zoutgehalte van de bodem leidt eveneens tot aantasting van de bodemstructuur.

3.3 | Bronnen en oorzaken

De oorzaken zijn grotendeels van natuurlijke aard. Problemen treden echter op wanneer het zoute water naar de oppervlakte komt vanwege een afname van de dikte van de zoetwaterlaag. In de polders kan dit gebeuren door het systematisch draineren van landbouwgronden. De winning van grondwater kan eveneens tot een afname van de beschermende zoetwaterlaag leiden. De aanleg van zeekanalen heeft plaatselijk geleid tot verzilting.

Het gebruik van strooizout gedurende de winter kan aanleiding geven tot lokale verzilting in de buurt van wegen[25].

3.4 | Maatregelen

Het vermijden van verzilting van de bodem kan gebeuren door te zorgen voor het behoud van het evenwicht tussen infiltratie en onttrekking van zoet water. Daarom moet de drainage verminderd en de grondwaterwinning gereduceerd worden in verziltingsgevoelige gebieden.

Het gebruik van strooizout in de winter moet oordeelkundig gebeuren.

C Bodemuitputting

1 | Beschrijving van het thema

Bodemuitputting in Vlaanderen wordt uitsluitend veroorzaakt door de winning van oppervlaktedelfstoffen zoals grind, wit zand, klei en leem.

2 | Milieu-impact

Op de gewestplannen zijn 12 361 ha aangeduid als ontginningsgebied. De meeste grondstofontginningen vinden plaats in deze gebieden. Tabel 8 geeft de oppervlakte per provincie en per nabestemming[27]. Deze oppervlakken houden geen rekening met uitgravingen voor infrastructuurwerken. Sinds 1930 is reeds ongeveer 4 500 ha afgegraven.

Tabel 8: Ontginningsgebieden en hun nabestemming (oppervlakte in ha).

	W.-Vl.	O.-Vl.	Vl. Bra.	Antw.	Limb.	*Totaal*	%
Agrarisch	1 086	1 182	691	1 690	1 268	*5 916*	*47,9*
Bos	21	125	47	87	34	*314*	*2,5*
Groen	194	370	0	542	1 265	*2 371*	*19,2*
Recreatie	286	145	21	598	1 022	*2 071*	*16,8*
Gemeenschaps-voorziening	491	92	49	4	350	*985*	*8*
Woongebied	0	17	23	0	5	*45*	*0,4*
Industrie	0	62	19	9	570	*660*	*5,3*
Totaal	*2 068*	*1 992*	*850*	*2 930*	*4 512*	*1 2361*	*100*
%	*16,8*	*16,1*	*6,9*	*23,7*	*36,5*	*100*	
Aantal	69	82	38	55	72	*316*	

Bron: Vansteelandt, 1991[27].

Op basis van het grinddecreet[28] zal de grindwinning volledig afgebouwd worden tegen 31 december 2005. De huidige jaarlijkse grindproduktie in het Maasland komt overeen met een oppervlakte van ongeveer 50 ha (2 000 ha tot op heden ontgonnen). Voor de winning van wit zand verdwijnt jaarlijks ongeveer 14 ha.

Het is niet mogelijk om de uitgegraven gebieden weer volledig op te vullen met bodemmateriaal. De niet opgevulde putten worden veelal waterplassen. Daar kunnen zich gunstige voorwaarden ontwikkelen voor het ontstaan van waardevolle biotopen. De opvulling van oude winningsputten met afvalstoffen houdt risico's in voor verontreiniging van de ondergrond en omgeving.

3 | Bronnen en oorzaken

De ontginning van oppervlaktedelfstoffen wordt gestuurd door de economische vraag naar grondstoffen. De belangrijkste sectoren hierbij zijn de bouwnijverheid, de infrastructuren en in mindere mate de producenten van glasvezel en kwartsfabrikaten en de keramieknijverheid. De benodigde hoeveelheden per ontginningsprodukt, evenals de winningsplaatsen, zijn in tabel 9 weergegeven.

Tabel 9: Jaarlijks benodigde hoeveelheden oppervlaktedelfstoffen.

Delfstof	Sector	Jaarlijkse behoefte (miljoen m³)	Herkomst
Grind Maasvallei	infrastructuur, bouw	10	Limburgs Maasland, Kempens Plateau,
Zand	infrastructuur, bouw, keramiek	8	Vlaanderen, Vlaams Brabant, Noord-Limburg
Kwartszand	glas, glasvezel, verf,	2	Mol-Lommel, Maasmechelen, Opgrimbie
Klei	bouw, keramiek	2	West-Vlaanderen, Rupelstreek, Waasland, Antwerpse Kempen, Alluviale vlakte Maas en Schelde, Polders
Leem	bouw	0,5	zuiden van West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen, Zuidoost-Limburg
Mergel	bouw	0	Zuidoost-Limburg
Zandsteen	bouw	gering	Diest, Balegem, Oost-Vlaanderen

Bron: Mostaert,1991[26].

4 | Maatregelen

Om een beleid met betrekking tot ontginning op te stellen, is het nodig een inzicht te hebben in de huidige en toekomstige behoeften, en de nog aanwezige voorraden te inventariseren.

De produktie van oppervlaktedelfstoffen is afhankelijk van de economische vraag. Vanwege de stopzetting van de grindwinning tegen het jaar 2006 zijn de gebruikers van grind genoodzaakt naar alternatieven te zoeken. Het vinden van vervangingsprodukten voor delfstoffen is vaak moeilijk. Wel kan er gestreefd worden naar een minimaal gebruik van grondstoffen en naar een bevordering van de recyclage.

In de bouwsector wordt onderzoek gedaan naar het mengen van klei met andere materialen, zoals slib en afval, voor het maken van bakstenen. Ook het maken van holle stenen reduceert de benodigde grondstof. Hergebruik van oud glas resulteert in een verminderde vraag naar kwartszand. De recyclage kan gestimuleerd worden door de toenemende preventie van het ontstaan van afval. Een optimale exploitatie van de ontginningsgebieden kan de uitbreidingsnoodzaak uitstellen.

Er moet in Vlaanderen een globale planning opgesteld worden met de nadruk op een oordeelkundige en rationele exploitatie. Indien mogelijk moet er gestreefd worden naar een combinatie van noodzakelijke werken met delfstofwinning. De nabestemming van ontginningsgebieden moet opnieuw vastgelegd worden op basis van de huidige gegevens. Deze bestemming moet haalbaar en waardevol zijn. Mogelijkheden zijn de herbestemming als natuurgebied, waterspaarbekken, recreatiegebied of als landbouwgebied. Er kan een evaluatie gemaakt worden omtrent de mogelijkheden voor het gebruik van opvullingsmateriaal voor ontginningsputten. Voorbeelden zijn het storten van afval en baggerslib. Een ernstige risico-evaluatie is hierbij zeer belangrijk.

Referenties

1 Vlaamse Regering, Ontwerp van decreet betreffende de bodemsanering, 1993.

2 Van Cleuvenbergen R., Schoeters J., Dioxin '93, *Organohalogen Compounds*, *12*, (1993) 243.

3 Cornelis C., Geuzens P., Achtergrondgehalten van een aantal anorganische en organische verontreinigingen in Vlaamse bodems, voorstel voor referentiewaarden (beperkte verspreiding), VITO, Mol, MI/DI/9327, 1993.

4 De Fré R., Van Cleuvenbergen R., Milieubeleidsplan: sector lucht-organische stoffen: dioxines en PAK's-situatieschets en reductieplan, VITO, Mol, MIE/DI/9316, 1993.

5 Geuzens P., Cosemans G., Depositie van dioxines uit een afvalverbrandings-installatie op de omringende bodem, VITO, Mol, MIE/MT/9304, 1993.

6 OVAM, Directie Realisaties en Sanering, Inventarisatie van potentieel verontreinigde sites in het Vlaamse Gewest, OVAM, Mechelen, (persoonlijke mededeling), 1993.

7 AMINAL, VLAREM II, Besluit van de Vlaamse Executieve houdende vaststelling van het Vlaams Reglement inzake milieuvoorwaarden voor hinderlijke inrichtingen, AMINAL, Brussel, 1992.

8 Denneman C. A. J., van Gestel C. A. M., Bodemverontreiniging en bodemecosystemen: voorstel voor C-(toetsings)waarden op basis van ecotoxicologische risico's, RIVM, Bilthoven, Nederland, RIVM-725201001, 1990.

9 LISEC, Eindrapport betreffende de inventarisatie van de bodem- en grondwaterverontreiniging door olie in de omgeving van ondergrondse opslagtanks voor minerale oliën in de provincie Limburg, LISEC, Genk, 1989.

10 De Batselier N., Mestactieplan, Vlaamse Landmaatschappij Mestbank, Brussel, 1993.

11 Van Renterghem B., Verstraete W., Mengmest: implicaties voor de landbouw en het milieu, IWONL, Brussel, 1991.

12 Vlaamse Milieu Maatschappij, Jaarverslag 1992, VMM, Erembodegem 1993.

13 LISEC, Onderzoek naar de omvang en de effecten van de verontreiniging door cadmium in het neervallend stof en in de bodem in Noord-Limburg en in de gemeenten Balen en Mol, Lisec, Genk, 1985.

14 Goossens L., Gosseye P., Meert E., et al., Ecologische infrastructuur, invloed van lineaire landschapselementen op erosie, Universitaire Instelling Antwerpen, Instituut voor Milieukunde, Antwerpen, 1991.

15 Poesen J., De Ploey J., Govers G., *De vrienden van Heverleebos en Meerdaalwoud, Jaarbulletin* (1988), 24.

16 Declercq F., Poesen J., *Pedologie, XLII-2* (1992), 149.

17 Asselmans E., Bodemerosie, Er is geen weg terug, Bond Beter Leefmilieu, Brussel, 1991.

18 Govers G., Poesen J., In: Vander Haegen H., Van Hecke E. (eds.), Liber Amicorum, M. Goossens, Leuven, 1992.

19 De Ploey J., Bodemerosie in de Lage Landen, een Europees milieuprobleem, Acco, Leuven, 1986.

20 De Ploey J., *BEVAS, 1* (1986), 33.

21 Anomiem, Milieubewuster boeren, 4. Bodembewerking, Ministerie van Landbouw, Brussel, 1991.

22 Tijink F. G. J., *Landbouwmechanisatie, 2* (1991), 7.

23 Standaert O., Bodemverdichting, Belgische Boerenbond, NCBL, Leuven, AD/BL 420, 1990.

24 De Breuck W., Zout en zoet water in de kuststreek, Laboratorium voor Toegepaste en Geologie en Hydrogeologie, Universiteit Gent, 1992.

25 De Temmerman L. O., Baeten H., De Borger R., *Landbouwtijdschrift, 34(1)* (1981), 105.

26 Mostaert F., Proceedings van het Colloquium Oppervlaktedelfstoffenproblematiek in Vlaanderen, Genootschap van Geologen van de Universiteit Gent, Gent, 1991.

27 Vansteelandt P., Proceedings van het Colloquium Oppervlakte-delfstoffenproblematiek in Vlaanderen, Genootschap van Geologen van de Universiteit Gent, Gent, 1991.

28 Vlaamse Regering, Decreet tot oprichting van het Grindfonds en tot regeling van de Grindwinning, Decreet van de Vlaamse Executieve van 14 juli 1993, B.S. 14.10.1993.

Begeleiders

J. de Schutter, Nettebekkencomité, AMINAL

R. D'Hollander, Milrau

W. Huybrechts, P. Meire, Instituut voor Natuurbehoud

J. Mulkens, Belgische petroleumfederatie

J. Van den Broek, VLM

H. Waeterschoot, directie leefmilieu, Union Minière

III.8 Hinder: lawaai en trillingen

N. Van Doninck, G. Putzeys, Dynamic Engineering

A Lawaai

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Specifieke begrippen

Geluid is een drukvariatie in de ons omgevende lucht die waarneembaar is voor het gehoor. Deze drukvariaties worden zowel door de beweging van vaste voorwerpen en vloeistoffen veroorzaakt als door chemische processen. De sterkte van het geluid ons gehoor waarneemt, hangt af van de grootte en van de frequentie. De geluidssterkte wordt uitgedrukt in een logaritmische grootheid, decibel (dB). Bij eenzelfde geluidsdruk worden zowel de zeer lage als de zeer hoge frequenties minder goed waargenomen. Daarom wordt bij meting van het geluid het signaal gefilterd of 'gewogen' in een aangepaste filter: de 'A'-filter en de zo gemeten geluidssterkte of het geluidsniveau wordt in dB(A) uitgedrukt. Een geluidsniveauverschil van 1 dB(A) is nog net waarneembaar, een verhoging van 3 dB(A) is reeds duidelijk waarneembaar en een verhoging van 10 dB(A) wordt als een verdubbeling van de geluidssterkte ervaren. Doordat de dB(A) een logaritmische grootheid is, neemt het geluidsniveau van twee identieke geluidsbronnen slechts met 3 dB(A) toe ten opzichte van één geluidsbron, en wordt het geluid van 10 identieke bronnen als 10 dB(A) sterker gemeten.

Lawaai is het geluid dat een persoon als onaangenaam ervaart. De belangrijkste lawaaibronnen zijn verkeer en vervoer, industriële activiteiten, bepaalde vormen van recreatie en buren. Het geluid van deze bronnen wordt niet op dezelfde wijze geëvalueerd. Een constant geluid is makkelijk te meten, maar meestal fluctueren geluiden binnen een bepaalde periode T. De kenmerken van fluctuerende geluiden worden uitgedrukt in verschillende grootheden. Wij beperken onze beschrijving tot $L_{Aeq,T}$, het A-gewogen equivalent geluidsniveau. Dit is het constante geluidsniveau dat tijdens de waarnemingsperiode T dezelfde geluidsbelasting veroorzaakt als het fluctuerende geluid.

1.2 | Verbanden met andere thema's

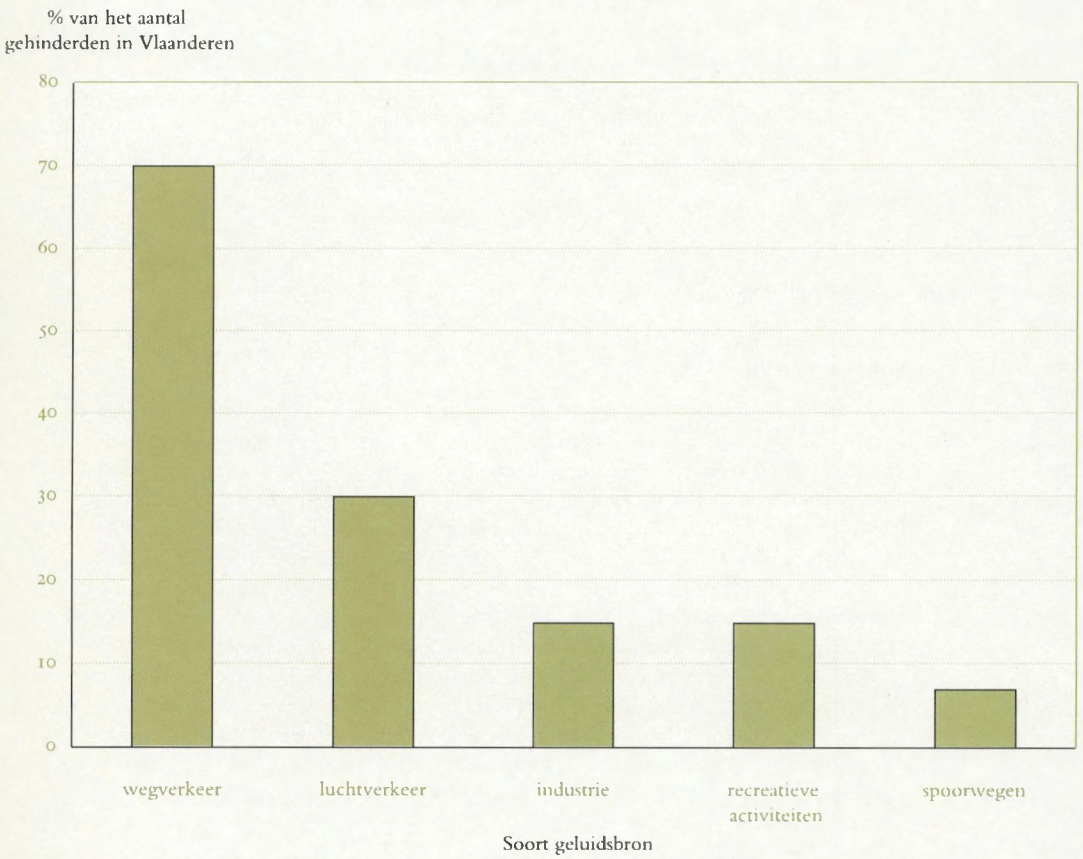
- *III.10 Hinder: risico's*: stress, slapeloosheid, gehoorsvermindering, verminderde intellectuele en psychomotorische prestaties;
- *III.12 Versnippering van de Open Ruimte*: verdwijning van stiltegebieden;
- *III.13 Milieuverstoringen in stedelijke gebieden*: verkeerslawaai, nachtlawaai, geluidshinder

van laden en lossen, burenlawaai en lawaai van slecht functionerende alarmsystemen.

1.3 | Aantal gehinderden in Vlaanderen

Figuur 1 geeft een schatting van het percentage van de Vlaamse bevolking dat hinder ondervindt van diverse geluidsbronnen.

Figuur 1: Schatting van het percentage van de bevolking dat gehinderd is door diverse geluidsbronnen (Vlaanderen, 1990).



Bron: OESO, 1986[1]; RIVM, 1989[2]; KUL, 1977[3].

1.4 | Tijdsperspectief

Als vergelijkingsperiode voor de studie van de verstoring kiezen we het percentage gehinderden in 1990. Voor de toekomst richten we ons op twee jaartallen:

- 2000: korte/middellange termijn toekomst;
- 2010: middellange/lange termijn toekomst.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Geïnventariseerde potentiële stiltegebieden

Stiltegebieden zijn gebieden waar de geluidsbelasting zo laag is dat de natuurlijke en omgevingseigen geluiden overheersen. Een 'potentieel stiltegebied' is een gebied dat na een eerste inventarisatie als stiltegebied in aanmerking kan komen. Om het gebied definitief als stiltegebied te erkennen, is een langdurige meetcampagne nodig. In opdracht van AMINAL loopt momenteel een onderzoek naar de ontwikkeling van een methode tot classificatie van een definitief stiltegebied. In Vlaanderen zijn de 'potentiële stiltegebieden' van de provincies Limburg, Oost-Vlaanderen en Vlaams-Brabant geïnventariseerd (tabel 1). Het geringe aantal potentiële stiltezones in Vlaams-Brabant is te wijten aan de grote dichtheid van het wegennet en de aanwezigheid van de Nationale Luchthaven te Zaventem.

Tabel 1: Potentiële stiltegebieden.

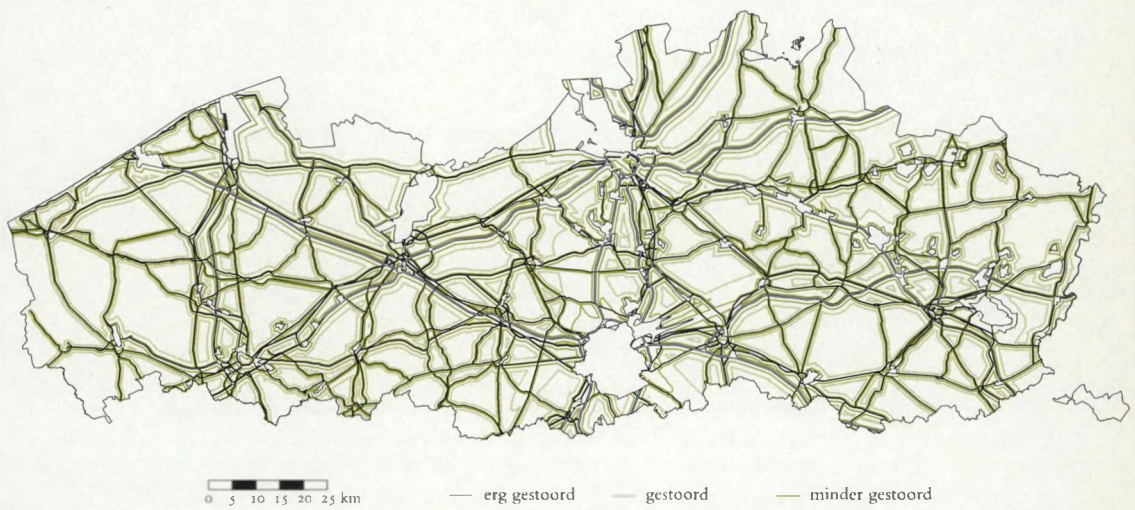
Provincie	Jaar van onderzoek	Potentiële Stiltegebieden	
		Aantal	Minimum oppervlakte
Oost-Vlaanderen	1993	14	200 ha
Limburg	1991	40	500 ha
Vlaams-Brabant	1993	39	200 ha

Bron: Cauberg & Verbeemen en Universiteit Gent.

Geluidskaart van Vlaanderen

We hebben een geluidskaart van Vlaanderen opgesteld (figuur 2). De geluidscontouren op deze kaart geven aan waar de hinder hoog, middelmatig en laag is. Aan de hand hiervan zullen we een prognose geven van de geluidshinder van de belangrijkste geluidsbronnen.

Figuur 2: Geluidskaart van Vlaanderen.



Geluidshinder in stedelijke gebieden

In de stedelijke gebieden zijn het lawaai van het wegverkeer, het burengerucht en het nachtlawaai in uitgaansbuurten de belangrijkste geluidsbronnen. De volgende factoren bepalen hoofdzakelijk de geluidshinder van het stedelijk verkeer: de samenstelling en de intensiteit van het verkeer, de doorstroming van de voertuigen in de woonkernen, het type wegdek (asfalt, kasseien, enz.) en de omgeving van de weg (breedte, bebouwing, enz.). In Brugge, Brussel en Antwerpen werden in 1977[3] en in 1993[4] gemiddelde geluidsniveaus, van 65 dB(A) tot 75 dB(A) genoteerd.

Toekomstige ontwikkelingen

Verkeer. Tabel 2 geeft een overzicht van de verwachte toename van het verkeer en een schatting van de toename van het gemiddeld geluidsniveau bij ongewijzigd beleid.

Tabel 2: Overzicht van de verwachte mobiliteitsevolutie en toename van het gemiddeld geluidsniveau voor de jaren 2000 en 2010 t.o.v. 1990.

Bron	Mobiliteitsevolutie (1990=100)			Toename geluidsniveau in dB(A)	
	1990	2000	2010	2000	2010
Wegverkeer				2	3
• auto	100	123	148		
• bus	100	107	117		
• bestelwagen	100	121	148		
• vrachtwagen	100	116	135		
Spoor				1	2
• personen	100	107	117		
• goederen	100	110	124		
Luchtverkeer	100	130	165	3	6

Bron: CES.

Industrie. Tabel 3 geeft de verwachte toename van de industriële activiteiten voor 2000 en 2010 en de daaraan gekoppelde verwachte toename van het gemiddeld geluidsniveau bij ongewijzigd beleid.

Tabel 3: De evolutie van de industriële produktie en toename van het gemiddeld geluidsniveau voor 2000 en 2010 t.o.v. 1990.

Bron	Industriële produktie (1990=100)			Toename geluidsniveau in dB(A)	
	1990	2000	2010	2000	2010
IJzer- en staalindustrie	100	120	134		
Chemische nijverheid	100	133	150		
Bouwnijverheid	100	124	132		
Totaal industrie				2	4

Bron: CES.

Luidruchtige recreatie. Door een toename van de beschikbare vrije tijd zal ook de recreatie toenemen. Vooral de vormen van luidruchtige recreatie, zoals motorcross, ULM-vliegsport en go-cartwedstrijden zijn de laatste jaren verdubbeld. Er zijn geen gegevens beschikbaar om een prognose te maken voor 2000 en 2010.

2.2 | Gevolgen

Bevolking

Tabel 4 geeft de toename van het percentage gehinderde personen bij ongewijzigd beleid. De berekening van deze toename steunt op een theoretisch model volgens RIVM en de op bevolkingsdichtheid van Vlaanderen.

Tabel 4: Toename van het percentage gehinderde personen t.o.v. 1990 (in %).

Bron	Toename (in %)			
	Ernstig gehinderden		Gehinderden	
	2000	2010	2000	2010
Weg	1	2	1,5	3
Spoor	-	-	1,5	2
Lucht	1,5	3,6	4,5	10
Industrie	-	-	3	6

Bron: RIVM, 1989[4].

Directe gevolgen voor de gezondheid zijn slaapverstoring, gehoorsvermindering en in uitzonderlijke gevallen doofheid. Indirecte gevolgen zijn stress en verhoogde bloeddruk. Een omgevingsgeluid van meer dan 60 dB(A) verstoort reeds de communicatie. Lawaai leidt tot agressief gedrag; psychologische verstoringen zoals concentratieverlies; verminderde intellectuele en psychomotorische prestaties. Indirecte gevolgen van lawaai moeten nog worden onderzocht. Enkel over de directe gevolgen van de milieuverstoring zoals gehoorsvermindering en slaapverstoring[5] zijn gegevens bekend.

Fauna

In 1986 is in Nederland[6] een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van het verkeer op broedvogelpopulaties. Uit de studie blijkt dat het aantal aanwezige soorten en de totale dichtheid 5 % tot 10 % lager zijn in weggebieden. De maximum-effectafstanden variëren van 500 m tot 1 800 m tot de verkeersas. Verder onderzoek moet het gevolg van lawaaibronnen voor fauna nog uitdiepen.

Stiltegebieden

De toename van het gemiddeld geluidsniveau en de versnippering van de open ruimte verkleint het aantal stiltegebieden en hun oppervlakte. Het wegverkeer en het vliegverkeer zijn de belangrijkste bronnen van geluidsbelasting voor stiltegebieden.

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Tabellen 5 en 6 geven een overzicht van de streef-, richt- en grenswaarden voor geluidsniveaus die wij noodzakelijk achten voor een duurzame ontwikkeling. De bepalingen van VLAREM II (tabel 5) geven kwaliteitsnormen voor het omgevingsgeluid om het specifiek geluid van industriële en luidruchtige recreatieve activiteiten te beoordelen. Het specifiek geluid is een component van het omgevingsgeluid dat kan worden toegeschreven aan deze activiteit. De grenswaarde voor het specifiek geluid van nieuwe inrichtingen wordt afgeleid uit het oorspronkelijk omgevingsgeluid en de richtwaarden (kolom 1 van tabel 5) en is voor bestaande inrichtingen gelijk aan de richtwaarde plus 10 dB(A) (kolom 2 van tabel 5). Er is geen verschil tussen streef- en richtwaarde. In tabel 6 geven wij onze voorstellen voor richt- en grenswaarden voor woongebieden blootgesteld aan verkeerslawaai en op minder dan 500 meter van de verkeersas.

Tabel 5: Geluidskwaliteitsnormen voor het specifiek geluid van industrie en luidruchtige recreatie (in dB(A)).

Gebied	Streefwaarde = Richtwaarde			Grenswaarde		
	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht
Landelijke gebieden en gebieden voor verblijfsrecreatie	40	35	30	50	45	40
Woongebieden	45	40	35	55	50	45
Industrie, dienstverleningsgebieden	60	55	55	70	65	65
Woongebieden op minder dan 500 m van industriegebied	50	45	45	60	55	55
Recreatiegebieden	50	45	40	60	55	50
Overige gebieden	45	40	35	55	50	45
Bufferzones	55	50	50	65	60	60

Bron: VLAREM II, 1992[7].

Tabel 6: Geluidskwaliteitsnormen voor het specifiek geluid van verkeer en vervoer (in dB(A)).

Gebied	Richtwaarde = Streefwaarde			Grenswaarde		
	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht
Woongebieden op minder dan 500 m van						
• verkeersweg	60	55	50	65	60	55
• spoorweg	65	65	60	70	70	65
• luchthaven (richtwaarde grondlawaai)	50	45	45	60	55	55

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Beschrijving van de emissiebronnen

Verkeer en vervoer

Wegverkeer. In Vlaanderen is wegverkeer de belangrijkste lawaaibron: 60 % tot 70 % van de bevolking ondervindt hiervan hinder. Het lawaai van wegverkeer bestaat uit rol- en motorgeluid. Bij lichte voertuigen is het rolgeluid overheersend bij snelheden groter dan 70 km/u. Bij vrachtwagens bepaalt het motorgeluid tot snelheden van ongeveer 110 km/u het geluidsniveau[8]. De toegelaten geluidsniveaus voor het motorgeluid op korte afstand staan in tabel 7.

Tabel 7: Toegelaten geluidsniveaus van voertuigen in de EU.

Aard van het voertuig	Geluidsniveaus in dB(A) gemeten op 7,5 m van de trajectas van het voertuig	
	vanaf 1.10.88	vanaf 1.10.95
Personenwagen	77	74
Middelzware voertuigen	78-80	76-78
Zware voertuigen	80-84	77-80

Op 25 m afstand van een geasfalteerde verkeersweg met 5 000 voertuigen per uur, zoals bijvoorbeeld de E40 Brussel-Luik bedraagt het geluidsniveau ongeveer 70 dB(A). Een verdubbeling van de *verkeersintensiteit* geeft een verhoging van 3 dB(A). Een verdubbeling van de *snelheid* leidt dan weer tot een toename van 5 tot 6 dB(A). Andere belangrijke factoren die het geluidsniveau in de omgeving van een weg bepalen zijn het *percentage zwaar verkeer* en *het type wegdek*. Het aantal vrachtwagens is sterk bepalend voor het geluidsniveau in de omgeving aangezien één vrachtwagen gemiddeld evenveel geluid produceert als 10 personenwagens. Van alle types wegdek veroorzaakt open asfaltbetonverharding het minste rolgeluid, terwijl dichte asfaltbetonverharding aanleiding geeft tot een 3 dB(A) hogere geluidsproduktie. De meest ongunstige wegbedekkingen zijn dwarsgegroefde cementbetonverhardingen en straatstenen of kasseien die een rolgeluid veroorzaken dat gemiddeld 10 dB(A) hoger ligt dan bij open asfaltbetonverharding[8,9].

Spoorverkeer. Spoorweglawaai wordt meestal als minder hinderlijk ervaren dan wegverkeerslawaai[10]. Er is geen wetgeving die het maximaal toegelaten geluidsniveau van een treinstel regelt, maar van een aantal treinen is het maximaal geluidsniveau bij doortocht gemeten (tabel 8).

Tabel 8: Maximaal geluidsniveau voor spoorverkeer gemeten op 25 meter.

Geluidsbron	Snelheid (km/h)	Maximaal geluidsniveau dB(A)
H.S.T. (Hoge Snelheidstrein)	200	87
IC (Intercity trein)	140	90-95
Goederentrein	90	90-95

Bron: Cauberg & Verbeemen, 1992[11]; Cauberg-Huygen, 1990[12].

De belangrijkste factoren die het geluidsniveau in de omgeving van een spoorweg bepalen zijn *de verkeersintensiteit* en *het percentage goederentreinen*. Een halvering van *de snelheid* leidt tot een afname van de geluidsniveau met 3 tot 5 dB(A). Remmende treinen verhogen het geluidsniveau dan weer met 5 dB(A). Andere belangrijke factoren zijn *het type bovenbouwconstructie* en *de baangesteldheid*[10,13].

Vliegtuiglawaai. Vliegverkeer is naast wegverkeer de meest hinderlijke bron. De geluidsproduktie is zeer sterk afhankelijk van *het type vliegtuig*. Een Boeing 747 veroorzaakt bij vertrek op 6 km afstand nog 100 dB(A) en een Airbus 300 slechts 80 dB(A)[14]. *Het aantal bewegingen* rond een luchthaven verhoogt de geluidsbelasting. Het opstijgen maakt meer lawaai dan het landen. Bij landing maakt een Boeing 747 op 2 km afstand nog 95 dB(A)[14]. Bij de start is de geluidsproduktie afhankelijk van de afstand die het vliegtuig voor de boeg heeft. Een verdere *bestemming* vereist meer brandstof en dus meer *gewicht*. Omdat de stijgingshoek dan kleiner is, vliegt het toestel langer op lage *hoogte* en is het hinderlijker. *Grondactiviteiten* zoals taxiën en proefdraaien verstoren vooral de onmiddellijke omgeving van de luchthaven. *Nachtvluchten* geven aanleiding tot ontwaakreacties en zijn dus erg hinderlijk[15].

Industrie

De geluidsemissie van industriële bedrijven bezit een geheel eigen karakter en kan variëren van vrijwel constant tot sterk schommelend. Tabel 9 geeft de gemiddelde bronsterkte van de belangrijkste industriële inrichtingen.

Tabel 9: Gemiddelde bronsterkte voor verschillende industriële sectoren.

Aard van activiteit	Bronsterkte in dB(A)	Aard van activiteit	Bronsterkte in dB(A)
Basismetaal industrie		*Overige nijverheid*	105-110
staalfabrieken	125-130	meubelfabrieken,..	
sinteren, malen, ... van ertsen	130-135	drukkerijen,..	110
hoogovenbedrijven	135	weverijen,..	110
Chemische nijverheid		bierbrouwerijen, bottelarijen	110
chemische industrie	115-125	papierfabrieken	110-115
raffinaderijen zonder	120-130	verbrandingsinstallaties	110-115
petrochemie		zuivelfabrieken	110-115
Metaalverwerkende industrie		veevoederfabrieken	115-120
licht constructiewerk buiten	115	graanmalerijen	115-120
grof constructiewerk binnen	120	waterzuiveringsinstallaties	115-120
scheepswerven	120-125	suikerfabrieken	120-125
Bouwnijverheid		elektriciteitscentrales	115-125
produktie betonwaren (hal)	115	graanoverslag bedrijven	125-135
betonmortelcentrales	115-125	luchtscheidingsbedrijven	130
bouwwerven	100-120		
verwerking sloopafval	125		

Bron: Cauberg & Verbeemen; 1981[16]; van Rooijen, 1982[17]

Luidruchtige recreatie

De belangrijkste vormen van luidruchtige recreatie zijn watersport, motor -en autoracen, (model)vliegclubs, schietstanden, pretparken en dancings.

De geluidshinder in de omgeving van *motorcrossterreinen* en *racecircuits* hangt af van verschillende factoren: de geluidssterkte van de gebruikte voertuigen, het aantal voertuigen dat zich op het circuit bevindt, de duur van het geluid en het optreden van impulsgeluiden, de afscherming van de terreinen, de windsterkte en de windsnelheid. Het gemeten geluidsniveau op 7,5 meter afstand van een racewagen varieert van 120 dB(A) tot 130 dB(A) en van een crossmotor van 100 dB(A) tot 120 dB(A). Als 20 motorcrossers zich op het circuit bevinden, is het gemiddeld geluidsniveau op 500 meter afstand 65 dB(A)[18].

Voor de geluidshinder in de omgeving van modelvliegclubs is vooral het aantal en de geluidssterkte van *modelvliegtuigen* belangrijk. De geluidsbronsterkte van een modelvliegtuig schommelt tussen 70 en 90 dB(A).

In een *dansgelegenheid* treden geluidsniveaus op van 90 dB(A) tot zelfs 120 dB(A) die vanwege een slechte geluidsisolatie een hoog geluidsniveau in de nabijgelegen woningen veroorzaken. Vanwege het lage achtergrondniveau tijdens de nacht worden deze dancings door de omringende bewoners als erg hinderlijk ervaren.

Een ander vorm van luidruchtige recreatie zijn de grote *pret- en aquaparken* en *kermissen*. Naast de luidsprekers en het gejoel van bezoekers zijn er kermisattracties met een geluidsbronsterkte van 110 tot 115 dB(A). Aquaparken met een openluchtzwembad zorgen voor een geluidsniveau van 50 dB(A) op 100 m afstand.

Als laatste vermelden we de *openlucht schietinrichtingen*. Zowel de piekniveaus van de knallen als het aantal knallen zijn van belang voor de bepaling van de geluidsbelasting.

3.2 | Trends in emissiehoeveelheden

Het aantal geluidsbronnen zal in 2000 en 2010 sterk zijn toegenomen (2.1), maar de

geluidsproduktie per bron zal afnemen. Tabel 10 geeft de negatieve en de positieve effecten weer.

Tabel 10: De toename (negatief effect) en afname (positief effect) van de emissiehoeveelheden voor de verschillende veroorzakers van de verstoring.

Oorzaak	Effect
Verkeer en vervoer	
Wegverkeer	
• toename in intensiteit van zowel lichte als zware voertuigen	-
• toename van de rijsnelheid in de praktijk	-
• stillere motoren en uitlaat	+
• geluidsarmer wegdek	+
Spoorverkeer	
• geplande H.S.T.	-
• toename van de rijsnelheid	-
• stiller materieel	+
• toename van de intensiteit	-
Vliegverkeer	
• toename van het aantal vliegtuigen	-
• vervanging van de luidruchtige door geluidsarme toestellen	+
• strafsysteem voor lawaaierige vliegtuigen te Zaventem	+
• plaatsen van schermen	+
Industrie	
• toepassing van VLAREM II	+
• geluidsarmere machines, processen	+
• toename van industriële activiteiten	-
Luidruchtige recreatie	
• opkomst van nieuwe vormen van luidruchtige recreatie	-
• toename van recreatieve activiteiten	-
• toepassing van de VLAREM II	+

Het strafsysteem voor lawaaierige vliegtuigen te Zaventem en de vervanging van de luidruchtige vliegtuigen zal het geluidsniveau van het luchtverkeer met 5 dB(A) verlagen ten opzichte van de huidige toestand en dit ondanks een verdubbeling van het luchtverkeer in 2010. Vanwege het geluidsarm beleid opgelegd door VLAREM II zal het geluidsniveau van de industriële inrichtingen de richtwaarde (2.3) bereiken. Over het algemeen zal het emissieniveau per bron dalen, maar het immissieniveau zal toenemen door de toename van het aantal bronnen indien er geen maatregelen worden genomen.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Bevolking

De bevolking kan zelf lawaai voorkomen door de rijstijl en snelheid op de openbare weg aan te passen. Recreanten moeten hun sport uitoefenen op die plaatsen waar het is toegestaan. De bevolking moet luidruchtige woonactiviteiten beperken tot het strikt noodzakelijke en enkel uitvoeren tijdens aanvaardbare uren.

4.2 | Verkeer en Vervoer

Het onderhoud van wegen en spoorwegen, en het gebruik van geluidsarme voertui-

gen zijn belangrijke voorwaarden voor een stillere omgeving. Vooral bij vrachtwagens en autobussen moet het motorgeluid beter geïsoleerd worden.

4.3 | Toerisme en recreatie

Luidruchtige recreatie mag enkel georganiseerd worden indien natuurlijk waardevolle omgevingen of woonzones worden geëerbiedigd. Door groepsactiviteiten (motorcross, modelvliegtuigclubs) op een vaste omloop aan te moedigen, moeten illegale activiteiten verminderen. Voor activiteiten op vaste omlopen is de invoering van een systeem van open en gesloten dagen noodzakelijk. Dagen met geluidsoverlast moeten gecompenseerd worden met absolute 'stilte'dagen.

5 | Maatregelen en instrumenten

5.1 | Verkeer en Vervoer

Tabel 11 geeft een overzicht van noodzakelijke maatregelen voor het weg-, spoor-, en luchtverkeer.

Tabel 11: Overzicht van noodzakelijke maatregelen voor weg-, spoor-, en luchtverkeer.

Wegverkeer	Spoorverkeer	Vliegverkeer
Procesgeïntegreerd		
• vermindering van de rijsnelheid	• onderhoud van de rails	• beperken van nachtvluchten
• aangepaste rijstijl	• geluidszonering	• beperken van vluchten over stedelijke gebieden
• geluidszonering		• geluidszonering
• verhinderen van vrachtwagens in woonzones		
• reductie geluidsverspreiding motor	• stiller materieel	• stillere vliegtuigen
• geluidsarme wegbedekking		
Effectgericht		
• schermen en taluds aanleggen	• schermen en taluds aanleggen	• gevel -endakisolatie van woningen
• gevelisolatie van woningen	• gevelisolatie van woningen	• schermen en taluds voor grondlawaai

Deze maatregelen moeten gesteund worden door een consistente wetgeving voor richtwaarden in de nabijheid van weg-, spoor-, en luchtverkeer en strengere eisen in verband met de maximaal toegelaten geluidsniveaus op korte afstand. Voor het luchtverkeer moet er controle zijn op het naleven van het strafsysteem 'Noise Abatement Procedures' volgens het MB van 31 juli 1991. Het invoeren van een verplichte geluidsisolatie voor woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen in de nabijheid van verkeer, spoorweg of luchthaven zal het geluidsklimaat in de leefruimtes verbeteren. De overheid kan deze bijkomende bouwkosten subsidiëren. De uitvoering van de maatregelen opgesomd in tabel 11 tegen 2000, moet tegen het jaar 2010 het aantal gehinderden ten gevolge van verkeer en vervoer verminderen.

5.2 | Industrie

De maatregelen die door de industriële inrichtingen genomen moeten worden zijn:

- *Procesgeïntegreerd*: de produktie met stillere machines en processen;
- *Emissiebrongericht*: het installeren van omkastingen en geluidsdempers; en de verbetering isolatie van produktiehallen;
- *Effectgericht:* het plaatsen van geluidsschermen of taluds en gevelisolatie.

Een strengere controle op de naleving van VLAREM II, efficiënte zonering, verplichte geluidsisolatie voor nieuwe woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen in de nabijheid van industriezones, zijn de voornaamste instrumenten om het aantal gehinderden in 2000 en 2010 tengevolge van industrielawaai te verkleinen.

5.3 | Luidruchtige recreatie

Om de geluidsbelasting van luidruchtige recreatie in te dijken zijn onderstaande maatregelen nodig:

- *Procesgeïntegreerd*: het gebruik van stillere motoren;
- *Emissiebrongericht*: het gebruiken van stillere motoren en geluidsdempers; enkel luidruchtige recreatie toelaten in speciaal voorziene gebieden;
- *Effectgericht*: het plaatsen van geluidsschermen of taluds.

Een strengere controle op de naleving van VLAREM II en een nieuwe wetgeving voor dansgelegenheden zullen instrumenten zijn om de geluidshinder van luidruchtige recreatie aan banden te leggen. Het aantal gehinderden zal in de komende decennia echter toenemen omdat illegale uitoefening een probleem zal blijven.

Als aanbieder van oplossingen is naast deze doelgroepen ook de overheid een belangrijke actor die kan bijdragen tot een geluidsarmere omgeving. Noodzakelijk is een betere ruimtelijke planning door onder andere bufferzones te voorzien op het gewestplan, het samenbundelen van luidruchtige inrichtingen om versnippering van stiltegebieden tegen te gaan en het scheiden van woonzones van belangrijke verkeerswegen.

B Trillingen

1 | Beschrijving van het thema

Trillingen zijn de beweging (respons) van een materie (grond, water, gebouw, enz.) ten gevolge van een externe kracht (excitatie). Een trilling kenmerkt zich door zijn trillingsgrootte (amplitude) en periode.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten en gevolgen

Trillingshinder veroorzaakt een vermindering van het leefcomfort en een beperking van precisie-activiteiten zoals het gebruik van microscopen en balansen, microchirurgie en micro-electronica. Blootstelling aan trillingen uit zich in een vermindering van comfort, vermoeidheid en pijn.

2.1 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

In Vlaanderen bestaan nog geen milieukwaliteitsdoelstellingen en daarom stellen wij voor om te werken met de Duitse norm DIN 4150[19]. De evaluatie van de menselijke gewaarwording van hinder wordt hierin uitgedrukt als KB-waarde. De KB-waarde is de gemiddelde gewogen trillingsgrootte van de trillingen in het frequentiebereik tussen 1 en 80 Hz. De trillingsgrootte wordt hierbij gemeten als trillingssnelheid (mm/s). De weging vermindert het belang van de laag frequente trillingen, omdat deze als minder storend worden ervaren. Als norm stellen wij een KB-waarde van 0,1 voor, voor hinder voor personen (woon/slaapfunctie). Dit niveau komt overeen met de voelbaarheidsdrempel voor de mens die eveneens wordt gehanteerd in buitenlandse en internationale normen: DIN 4150, ISO 2631[20], SBR-richtlijn[21]. Voor kortstondige activiteiten (bouwwerken, industrie, enz.) worden 10 tot 40 maal hogere niveaus aanvaard. Ook voor langdurige activiteiten (bureauwerk, openbaar vervoer, enz.) worden 4 tot 8 maal hogere niveaus toegelaten waarbij men rekening houdt met zowel de trillingsgrootte als de duur van de trillingen. In het geval van precisie-activiteiten zoals het gebruik van microscopen, balansen, metrologie, micro-chirurgie zijn de toegelaten trillingsniveaus echter 2 tot 10 maal lager.

3 | Bronnen en oorzaken

Trillingen worden veroorzaakt door bewegende delen aan machines en installaties of voertuigen. Tabel 12 geeft de gemiddelde trillingsgroottes op 8 m van de bronnen en de afstand waarover de trilling voelbaar blijft.

Tabel 12: Trillingsgrootte van enkele bronnen en afstand waarover de trillingen nog voelbaar zijn.

Bron	Trillingsgrootte op 8 m (mm/s)	Afstand waarover trillingen nog voelbaar zijn (m)
Zware vrachtwagen op effen wegdek	0,5	15
Zware vrachtwagen op oneffen wegdek (dwarsvoegen)	2,1	40
Goederentrein bij 90 km/h	2,1	120
Dieseltrein bij 90 km/h	0,5	25
IC-trein bij 160 km/h	0,8	40
H.S.T.-trein bij 200 km/h	0,5	30
Tram	0,1	8
Zuigercompressor (30 kW)	5,6	120
Weefgetouw (hall met 24 machines)	1,1	50
Heipaal	5,6	120
Schroefpaal	0,7	15
Damplanken intrillen	4,2	75
Damplanken hoogfrekwent intrillen	1,7	30

Bij wegverkeer veroorzaken vrachtwagens met zware lasten op oneffen wegen belangrijke trillingen. Bij spoorverkeer worden trillingen veroorzaakt door zowel de wiel-rail interactie als door oneffenheden of uitzettingsvoegen in de rails. In de industrie is er een onderscheid tussen continue en tijdelijke trillingen. Continue trillingen worden veroorzaakt door roterende machines met een sterk onbalansmoment: zoals zuigercompressoren; diesel- en benzinemotoren; kruk- en drijfstangmechanismen; weverijen; en trilmachines. De trillingshinder wordt over een grote afstand ervaren. Tijdelijke trillingshinder wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door bouwactiviteiten: heipalen, damplanken; grond- en steenverhandeling. Deze trillingsniveaus zijn beduidend hoger dan de continue trillingen, maar zij zijn aanvaardbaar als ze enkel optreden tijdens de dagperiode.

4 | Rol van doelgroepen

Enerzijds zouden de ontwerpers van machines, installaties en voertuigen een trillingsarm produkt moeten aanbieden. Anderzijds kunnen de gebruikers door een aangepast gebruik een belangrijke invloed op de trillingsoverlast hebben.

5 | Maatregelen

Alhoewel de oorsprong van het probleem trillingen meestal dezelfde is als die van geluid, namelijk een trillingsbron, zijn zowel de aard van de hinder als de remediërende maatregelen sterk verschillend. Vergeleken met geluidshinder is het aantal gehinderden door trillingen beduidend lager. Dit komt door het sterk dempend karakter van het voorplantingsmedium (nl. de grond). De vermindering van geluidshinder echter, vereist dure ingrepen. Tabel 13 geeft een overzicht van de maatregelen om trillingen te verminderen.

Tabel 13: Maatregelen voor trillingsreductie.

Bron	Maatregelen aan de bron	Maatregelen door gebruik
Wegverkeer	• kwaliteit wegennet	snelheid aanpassen aangepaste belading
Spoorverkeer	• continue rails • bogie-ontwerp • trillingsisolerende spoorbaan • trillingsschermen	snelheid aanpassen onderhoud spoorbaan & voertuig
Industrie	weverij en chemie: • trillingsisolerende opstelling • inplanting	
	bouw: trillingsarme methodes • schroefpalen • hoogfrequent heien	onderhoud machines

Referenties

1 OESO, Fighting Noise, Parijs, 1986.

2 RIVM, Zorgen voor morgen, Nationale milieuverkenning 1985-2010, RIVM Nederland, Alphen aan den Rijn, 1989.

3 Myncke H., Studie van het verkeerslawaai in steden en de hinder ervan voor de bevolking, KUL, Leuven, 1977.

4 van Acker P., *Leefmilieu, april* (1993).

5 Griefahn B., Critical loads for noise during the night, Internoise Proceedings, International Institute of noise control engineering, Göteborg, 1990.

6 Reijnen, Thissen, *Landschap*, 4 (1986).

7 VLAREM II-wetgeving : BS van 14.12.92.

8 Technologisch Instituut KVIV, Geluidshinder veroorzaakt door het wegverkeer, Genootschap Verkeerskunde i.s.m. Industriële Akoestiek en Thermische Isolatie, Antwerpen, 1990.

9 Administratie wegeninfrastructuur en Verkeer, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Verkeerslawaai langs de wegen; wat kunnen we eraan doen, Brussel, 1991.

10 Jurriens A. A., Maatstaven en grenswaarden ter beoordeling van railverkeerslawaai RI-HR-03-01, Technische Psychische Dienst TNC-TH, Delft, Nederland, 1978.

11 Van Doninck N., rapport BA261: Geluidsmetingen Belgisch spoormaterieel, Cauberg & Verbeemen, Lummen, 1992.

12 Puts, Van den Dool, rapport 900055-2: Geluidsniveaumetingen aan de 2 e generatie

Franse "Hogesnelheidstreinen", De TGV Atlantique, Cauberg-Huygen, Maastricht, Nederland, 1990.

13 Myncke H. en Cops A., Lawaaibeheersing, Monografiën Leefmilieu Nu, Stichting Leefmilieu, Antwerpen, 1985.

14 Plummer N.H., Estimated Airplane noise levels in A-weighted decibels, U.S. Departement of Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, USA, 1987.

15 Thoen J., Milieu-effectrapport Zaventem 2000, geluid en trillingen, KUL, Leuven, 1990.

16 Buis P. M., Kupers J. F. C., Karakteristiek geluidemissie van de metaalindustrie, ICG-II-DR-01-01, Lichtveld en Buis, Utrecht, Nederland, 1981.

17 van Rooijen H., Indicatieve lijst geluidzones voor nieuwe inrichtingen, ICG-II-HR-01-02, Ministerie van volksgezondheid en Milieuhygiëne, Den Haag, Nederland, 1982.

18 Gerretsen E., Onderzoek naar de geluidsproduktie van motorcrossterreinen en mogelijkheden tot geluidvermindering, ICG-GF-HR-02-01, TNO-TH, Delft, Nederland,1985.

19 Duitse norm DIN 4150/2 "Erschütterungen im Bauwesen-Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden", december 1992.

20 Internationale norm ISO 2631/2 "Evaluation of human exposure to whole-body vibration", 1989.

21 SBR-richtlijn , Nederland, 1991.

Begeleiders

D. Botteldooren, Vakgroep Informatietechnologie, RUG

F. Florquin, Dienst lucht en geluid, AMINAL

J. Thoen, Laboratorium voor Akoestiek en Warmtegeleiding, KUL

H. Van de Vijver, Agfa-Gevaert N.V.

III.9 Hinder: stank

H. Van Langenhove, K. De Roo,
Vakgroep Organische Chemie, RUG

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Mechanisme

Een bron emitteert chemische verbindingen (*emissie*) die zich verspreiden in de atmosfeer (*atmosferische dispersie*). Hierbij bepalen de bronhoogte, de topografische en de klimatologische omstandigheden de grootte van de concentraties van deze verbindingen in de leefomgeving rondom de bron (*immissie*). De overgang van emissie naar immissie is puur fysisch-chemisch. Wanneer de immissieconcentratie van geurstoffen groter is dan de detectielimiet van het zintuig, dan is er sprake van *geurperceptie*. De reactie op de geurperceptie is bij ieder individu afhankelijk van psychologische factoren. Wanneer de intensiteit en de frequentie van de geurwaarnemingen stijgen, treedt eerst het *individuele hindergevoel* op. Dit individueel hindergevoel wordt een *collectief hindergevoel* als meerdere individuen zich gehinderd voelen en zich gezamenlijk tegenover het probleem opstellen. In de volgende paragrafen beschouwen we *geurhinder* als een collectief hindergevoel, waarbij een deel van de bevolking aanstoot neemt aan geur in de omgevingslucht.

1.2 | Verbanden met andere thema's

Er bestaan verbanden tussen het thema stank en de thema's verzuring (zie III.2A) en vermesting (zie III.3), verspreiding van gevaarlijke stoffen (zie III.4), afvalstoffen (zie III.5), waterverontreiniging (zie III.6) en milieuverstoringen in stedelijke gebieden (zie III.13). Een aantal maatregelen ter bestrijding van de ammoniak-emissies (zie III.2A en III.3) zullen ook een gunstig effect hebben op de reductie van geuremissies. Tot de groep van de gevaarlijke stoffen (zie III.4) behoren vluchtige organische stoffen (VOS) die reeds bij lage concentraties geurhinder veroorzaken. Eventuele emissies van geurcomponenten uit afvalverwerkingsinstallaties (composteren, verbranden) en stortplaatsen (zie III.5) kunnen geurhinder veroorzaken. Ook verontreinigd oppervlaktewater en slecht werkende waterzuiveringsinstallaties (zie III.6) zijn bronnen van geurhinder. Tenslotte is het verkeer ook een bron van geurhinder.

1.3 | Tijdsperspectief en ruimtelijk perspectief

Geurhinder heeft altijd al bestaan. In de vijfde eeuw voor onze tijdrekening legden de Romeinen riolen aan om het afvalwater uit de stad af te voeren met de bedoeling Rome te ontdoen van stank. Omstreeks 1790 ging de Parijsenaar Jean-Noël Hallé op weg om de verscheidenheid aan geuren langs de oevers van de Seine op te snuiven.

Zijn nota's leren dat stank toen reeds de belangrijkste bron van milieuverstoring was in een grootstad als Parijs[1]. De laatste jaren leiden de toenemende industriële activiteiten en de intensieve veehouderij tot een uitbreiding van de geurhinderproblematiek ver buiten de steden.

De ruimtelijke verspreiding van geurhinder kenmerkt zich door een *geurdrempelafstand*. De geurdrempelafstand is de maximale afstand tot waar de geur door 50 % van een panel van geselecteerde waarnemers wordt opgemerkt. Die afstand varieert naargelang de aard en de hoeveelheid geëmitteerde stoffen, de windrichting, de windsterkte en de atmosferische stabiliteit. De geurdrempelafstand is dus een gemiddelde waarde van verschillende waarnemingen. Per individueel geval bekeken, is geurhinder een lokaal probleem. De geurdrempelafstand beperkt zich van enkele honderden meters tot enkele kilometers, maximaal een tiental kilometer.

Geuremissies hebben een korte nawerking. Neem bijvoorbeeld een geurbron met een geurdrempelafstand van 10 km. Bij een windsnelheid van 3 m/s duurt het ongeveer 1 uur voor de geur op 10 km afstand wordt waargenomen. Wanneer de emissie uit de bron stopt dan zal na ongeveer 1 uur de geurwolk niet meer waar te nemen zijn door vermenging met geurvrije lucht uit de atmosfeer. Ondanks de korte nawerking kan een geuremissie grote problemen opleveren bij een hoge geurfrequentie (d.i. het aantal waarnemingen met stank ten opzichte van het totaal aantal waarnemingen op een bepaalde plaats in de omgeving van de bron).

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten

Geurhinder is een vorm van milieuverstoring. Elke melding van geurhinder duidt op luchtverontreiniging. Zodra geëmitteerde stoffen in de atmosfeer komen, worden zij getransporteerd en tegelijkertijd verdund. Door de grote gevoeligheid van het reukzintuig zijn reeds lage concentraties geurstoffen (ppb-niveau) waarneembaar. De aanwezigheid van geurstoffen in concentraties die hoger zijn dan de geurdrempel vormt op zich geen bedreiging voor de verstoring van de lucht-aarde-water ecosystemen. Bij hogere diersoorten echter vervullen geursignalen een belangrijke functie bij territoriumafbakening, partnerkeuze, het herkennen van de nakomelingen en dergelijke[2]. Op dit moment is nog niet bekend of dit gedrag beïnvloed wordt door geurstoffen die vrijkomen bij menselijke activiteiten.

2.2 | Gevolgen

Meetmethodes

De omvang van de geurhinderproblematiek wordt gemeten op verschillende manieren.
De *chemische analyse*[3] heeft als doel de identificatie en kwantitatieve bepaling van zoveel mogelijk vluchtige verbindingen met een lage geurdrempelwaarde die door een stankbron geëmitteerd worden. Op basis van geurgegevens over de afzonderlijke componenten is het echter onmogelijk de geursterkte van het mengsel en de hinder die dit teweeg brengt te voorspellen. De identificatie en de kwantitatieve bepaling van een aantal vluchtige verbindingen geeft nuttige informatie over de selectie van een gepaste luchtzuiveringstechniek, maar de resultaten zijn zeer moeilijk, zoniet onmogelijk te vertalen naar geurperceptie. Daarom worden de metingen aangevuld met sensorische waarnemingen.

Sensorische meetmethodes[3,4] gebruiken de menselijke neus als meetinstrument. De methodes steunen op de waarneembaarheid van de geur. De meest gebruikte metho-

de is de *olfactometrie*. De geurconcentratie is hierbij uitgedrukt in geureenheden per m^3 (GE/m^3). Eén geureenheid is een bepaalde hoeveelheid van een gasvormige stof of een mengsel van gasvormige stoffen verdeeld in 1 m^3 geurvrije lucht die door de helft van een panel van waarnemers wordt onderscheiden van geurvrije lucht. In de olfactometer wordt de stanklucht continu verdund met geurvrije lucht. De waarnemers beoordelen een reeks van verdunningen op de aanwezigheid van geur. De verdunning waarbij de helft van het panel het monster nog kan onderscheiden van geurvrije lucht, wordt de geurconcentratie (GE/m^3) van het monster genoemd. Op internationaal vlak kunnen de geurdrempels voor zuivere stoffen wel drie ordes van grootte verschillen. Deze afwijkingen zijn te wijten aan grote verschillen in de constructie van de meettoestellen en de meetprocedures. Ook voor de samenstelling van het panel is geen uniforme procedure opgesteld. Daarom wordt vooral aandacht besteed aan de standaardisatie van deze techniek. In 1991 richtte de organisatie die zich met Europese normalisatie bezig houdt, het 'Comité Européen de Normalisation' (CEN) een werkgroep op voor de normalisatie van olfactometrie[5]. Een alternatief voor olfactometrie is het *aflijnen van geurzones*. Bij deze techniek doorkruisen enkele proefpersonen de geurpluim een aantal keer loodrecht op de windrichting op verschillende afstanden van de bron. Vanuit een geurvrije zone beweegt de proefpersoon zich naar de geurzone toe en zodra de geur waarneembaar is, wordt dit opgetekend. Op die manier worden er contouren op een kaart aangebracht en kan de geurdrempelafstand afgelezen worden. De totale geuremissie kan met behulp van een mathematisch model bij benadering berekend worden uit de geurdrempelafstand.

Bij de *sociologische meetmethodes*[3,4] baseert men zich op spontane klachten en enquêtes om inzicht te krijgen in de omvang van een geurprobleem. Het spontaan indienen van klachten bij bijvoorbeeld een overheidsinstelling is een eerste symptoom van het bestaan van een geurprobleem. De omvang van die klachten is echter niet bruikbaar om de ernst van verschillende situaties tegen elkaar af te wegen omdat ze te veel bepaald worden door factoren die niet rechtstreeks in verband staan met hinder (gewenning, leeftijd, leefgewoonten, socio-economische status, ...). Een eenvoudige methode die tevens een goede schatting geeft van de impact van een geurbron op de buurt is de omwonenden te vragen hoe zij hun leefomgeving ervaren. Deze techniek is de beste benadering om de impact van een bron op de buurt te bepalen. Het uitvoeren van zo'n enquête is echter omslachtig en niet haalbaar op korte termijn.

De behoefte om geur op een meer objectieve manier dan met de menselijke neus te identificeren, gaf aanleiding tot de ontwikkeling van een geursensor[6]. De mogelijkheden om het aantal stoffen dat voor een geursensor herkenbaar is, uit te breiden en een soort *'electronische neus'* te ontwikkelen worden verder onderzocht.

Klachten

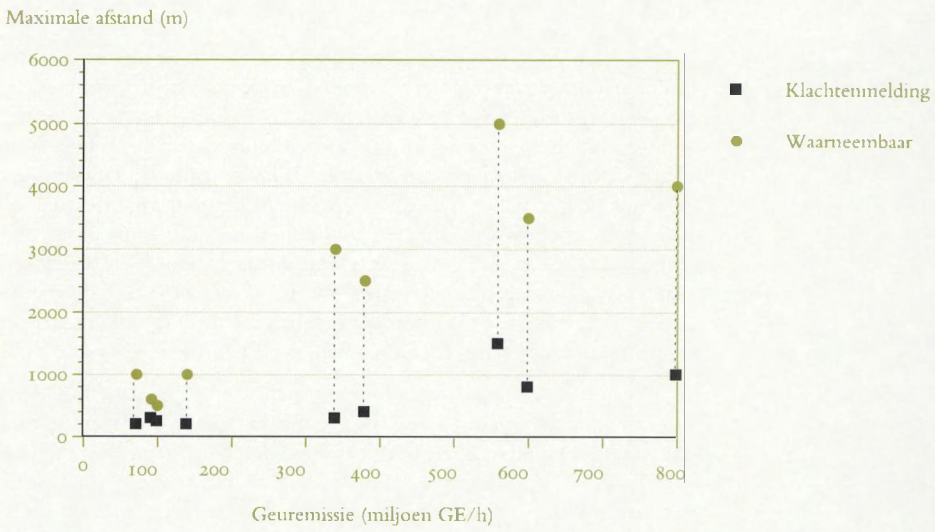
Spontane klachten wijzen op het bestaan van een geurhinderprobleem maar de omvang van deze klachten kan geen volledig beeld schetsen van de geurhinderproblematiek. Het ervaren van geurhinder is immers subjectief en verschilt van individu tot individu. Belangrijke variabelen[7] die de geurhinder beïnvloeden, zijn:

- de gevoeligheid van het reukzintuig;
- de geureigenschappen zoals geurdrempelwaarde, intensiteit, hedonische waarde;
- leeftijd en geslacht;
- sociaal-economische positie;
- tijdsduur en frequentie van de waarnemingen.

TNO (Nederland) inventariseerde de conclusies van een groot aantal onderzoeken naar stank ten gevolge van industriële activiteiten[8]. Figuur 1 geeft de maximale afstanden weer waarop de bedrijven, onder normale procesomstandigheden, nog ruikbaar waren en de maximale afstanden waarop dezelfde bedrijven klachten veroorzaakten.

Een vergelijking van beide afstanden toont aan dat er slechts in een gebied dichtbij de bron geurklachten zijn, terwijl de bron tot op veel grotere afstand waarneembaar is. De bovengenoemde variabelen spelen een belangrijke rol in dit verschil tussen waarneembaarheid van geuren en de melding van klachten. Bovendien bestaat bij een groot deel van de bevolking nog steeds een drempelvrees waardoor niet iedereen die geurhinder ondervindt ook klaagt.

Figuur 1: Vergelijking van de afstanden van waarneembaarheid en van klachtenmelding in functie van de sterkte van (afstand tot) de stankbron.



Bron: Ham, 1985[8].

Enquête

Om een idee te krijgen over de huidige omvang van de geurhinderproblematiek in Vlaanderen, hebben we een enquête gehouden bij de 308 gemeentebesturen van de Vlaamse regio. Gevraagd werd informatie te geven over de klachten in verband met geurhinder die gedurende een jaar (okt.'92-sept.'93) gemeld werden. Van de 308 gemeentebesturen heeft 81 % op de vragenlijst geantwoord. Per provincie was de respons het grootst in Limburg (84 %), in Oost-Vlaanderen (83 %) en West-Vlaanderen (84 %) en het kleinst in Brabant en Antwerpen (77 %). Slechts 60 gemeenten (19 %) hebben niet geantwoord. In een aantal gevallen zal dit betekenen dat ze niets te melden hebben, in andere gevallen dat ze met de problematiek liever niet geconfronteerd worden. Van de 248 gemeentebesturen die antwoordden, heeft 74 % één of andere vorm van geurhinder gekend gedurende de periode van okt.'92-sept.'93. Per provincie varieert dit van 80 % (Limburg en West-Vlaanderen) tot 67 % (Oost-Vlaanderen).

In totaal gaat het om 959 verschillende bronnen. Dit betekent dat er voor de gemeenten die meegewerkt hebben aan de enquête gemiddeld 3,6 bronnen van geurhinder gemeld zijn. In een vergelijkbare enquête van 1979 werd slechts een gemiddelde van 3,1 bronnen van geurhinder vastgesteld[3].

De klachten werden naar aard en oorsprong ingedeeld in functie van de geurveroorzakende activiteit in 10 categorieën van bronnen en in 13 categorieën van doelgroepen. Zoals blijkt uit figuur 2A zijn het storten, opslaan en verwerken van vast afval de meest vermelde bron (26 %) van geurhinder. De meest vermelde doelgroep is de

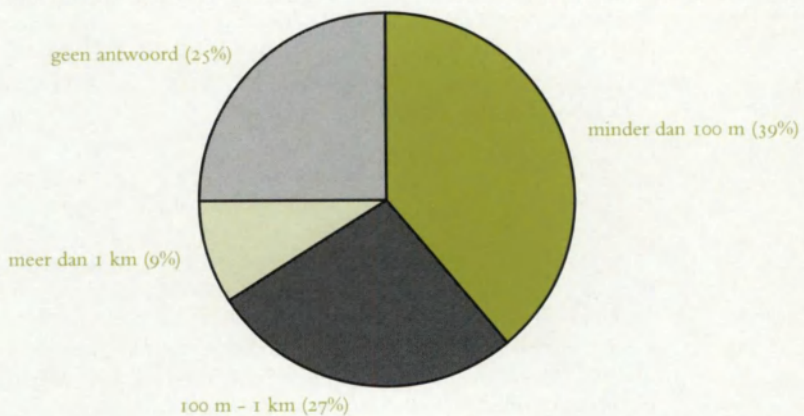
landbouw (20 %), met de hoogste percentages in de provincies Oost- en West-Vlaanderen (30 %) (figuur 2B). Tot de andere doelgroepen behoren de basismetaalsector, bouwsector, verkeer en vervoer en infrastructuren.

Figuur 2: Indeling van de klachten van geurhinder in Vlaanderen over bronnen (A) en doelgroepen (B).



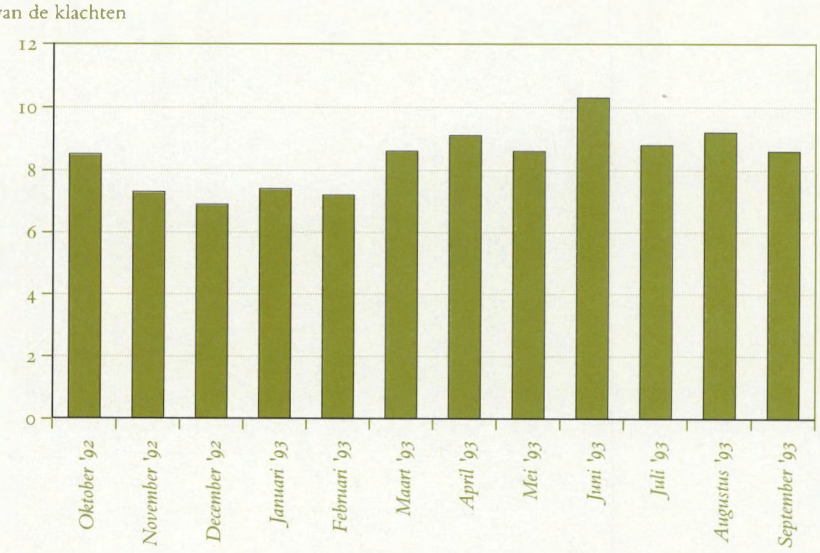
Uit de antwoorden op de vraag naar de omvang van het gebied waar de geurhinder optreedt, blijkt duidelijk dat geurhinder een lokaal probleem is. De geurverspreiding van ongeveer 40 % van de bronnen is erg plaatselijk (minder dan 100 m). Slechts 9 % van de klachten gaan over bronnen met een geurverspreiding die groter is dan 1 km. Figuur 3 stelt de reikwijdte van geurverspreiding door stankbronnen in Vlaanderen voor.

Figuur 3: Reikwijdte van de geurverspreiding door stankbronnen in Vlaanderen.



Figuur 4 geeft het verloop van de klachten gedurende een jaar (okt.'92-sept.'93) weer. De meeste klachten komen binnen tijdens de maanden maart tot oktober (9-10 % per maand) met het hoogste percentage (11 %) in juni. Gedurende de winter werden maandelijks slechts 7 % van de klachten gemeld. Hetzelfde patroon doet zich voor in de verschillende categorieën bronnen. Dit komt omdat de bevolking in de zomer hogere eisen stelt aan de kwaliteit van het leefmilieu dan in de winter. Verschillen in emissieniveau tussen de verschillende bronnen in de loop van het jaar kunnen hier niet uit afgeleid worden.

Figuur 4: Verloop van de klachtenmelding van geurhinder gedurende een jaar (okt.'92-sept.'93).



In meer dan de helft van de gemeenten (56 %) vulde de gemeentelijke milieuambtenaar de enquête in; in 31 % van de gemeenten werd dit door ander administratief personeel gedaan. In enkele gemeenten werd de enquête ingevuld door het College van burgemeester en schepenen (4 %) of door de politiediensten (4 %). De meeste klachten kwamen binnen bij de milieudiensten (42 %) en de politie of rijkswacht (31 %). Naast de milieudiensten, spelen dus ook politie en rijkswacht een belangrijke rol bij het verzamelen van de klachten. In 30 % van de gemeenten wordt de klacht altijd verder onderzocht, in 13 % van de gemeenten nooit. Ongeveer 42 % van de 308 gemeenten vermeldt ook nog andere bronnen van geurhinder waarover door gewenning of door een berustende houding van de bevolking niet geklaagd werd gedurende het voorbije jaar (okt.'92-sept.'93). Van deze vermoedelijke bronnen situeert zich bijna 40 % binnen de agrarische sector.

Gevolgen voor de mens

Geurhinder betekent voor de mens een belangrijke aantasting van de kwaliteit van de woon- en leefomgeving. De WGO-omschrijving van gezondheid als 'een toestand van algemeen fysiek, psychisch en sociaal welbevinden en niet alleen de afwezigheid van ziekte of gebrek' geeft aan dat een goede milieukwaliteit essentieel is voor de kwaliteit van het leven. Geurhinder manifesteert zich in de eerste plaats op het *psychisch-mentale* vlak als een gevoel van onbehagen en lagere appreciatie van de woonomgeving. Het hindergevoel gaat veelal samen met een gevoel van onrust, omdat de onaangename geurwaarnemingen geassocieerd worden met gevaar voor giftigheid.

Een dergelijke regelmatig terugkerende onrust over de eigen gezondheid vormt een ernstige mentale belasting. Op het *sociaal vlak* uit het gevoel van hinder zich door het ontstaan van actiegroepen. De mens voelt zich minder machteloos binnen een groep dan als individu.

De gevolgen van geurhinder zijn ook merkbaar op *economisch vlak*. De toekenning van milieuvergunningen aan bedrijven die potentiële stankverspreiders zijn, ondervindt weerstand van de omwonenden. Zowel nieuwe als bestaande bedrijven die klachten over geurhinder ontvangen, moeten inspanningen leveren om die geurhinder te voorkomen en te bestrijden. Geurhinder kan ook negatieve gevolgen hebben voor de waarde van onroerende goederen in de omgeving van een stankbron.

In veel mindere mate heeft geurhinder ook effect op het *fysisch vlak*. Niet-toxische fysiologische reacties zijn meestal het gevolg van een inwerking op het zenuwstelsel. Uit enquêtes en uit vaststellingen ter plaatse blijkt dat perioden van ernstige geurhinder gepaard kunnen gaan met hoofdpijn, verstoring van de slaap en verlies van eetlust[3].

2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Normen kunnen gedefinieerd worden als geurconcentratienorm, afstandsnorm of produktnorm. Een *geurconcentratienorm* (immissienorm) drukt uit gedurende welk percentage van de tijd een bepaalde geurconcentratie (aantal geureenheden/m^3) in de leefomgeving overschreden mag worden. De geurconcentratie wordt aan de bron gemeten met een olfactometer. Vervolgens wordt, uitgaande van de geuremissie, met een verspreidingsmodel de geurconcentratie in de leefomgeving bij benadering berekend. Een *afstandsnorm* betekent dat een bepaalde afstand tussen de bron en een woongebied gerespecteerd moet worden. Een *produktnorm* houdt in dat het produkt aan welbepaalde voorschriften moet voldoen. Zo kan bijvoorbeeld het gebruik van sterk ruikende solventen in verf beperkt worden.

In Vlaanderen zijn tot nu toe enkel afstandsregels voor de intensieve veehouderij opgesteld (VLAREM II). Op basis van de constructie van de stal en van de opslagplaatsen voor mest worden aan het bedrijf waarderingspunten toegekend. Aan de hand van deze punten en het aantal dieren wordt de vereiste minimumafstand tot een woongebied bepaald. In Noordrijn-Westfalen is een uitgebreider systeem van afstandsnormen uitgewerkt (TA-luft); 196 verschillende geurveroorzakende activiteiten werden ingedeeld in 7 afstandsklassen gaande van 100 m tot 1 500 m. De afstandsregels creëren een bufferzone tussen bron en waarnemer. Deze bufferzone dient als hulpmiddel omdat sommige geuremissies technisch en/of economisch niet gereduceerd kunnen worden tot het vereiste niveau. Impliciet wordt hierbij aanvaard dat de luchtkwaliteit in de bufferzone minder goed is dan in de woonomgeving. Om de beschikbare ruimte zo goed mogelijk te benutten, moet ernaar gestreefd worden activiteiten die eenzelfde mate van geurhinder veroorzaken voor de woonomgeving te groeperen. De beschikbare ruimte moet zodanig ingedeeld worden dat naarmate de kans op geurhinder toeneemt, de activiteiten die deze geurhinder veroorzaken verder van de woongebieden zijn gevestigd (milieuzonering[9,10]). Het cumulatieve effect van verschillende bronnen is echter moeilijk in te schatten. Rond een sterke concentratie van bronnen, die elk voor zich wel voldoen aan de afstandsregels, kan er toch nog hinder optreden. Dit moet geval per geval onderzocht worden.

Voor industriële bronnen zijn in Nederland ontwerpgeurconcentratienormen vastgesteld (nota Stankbeleid[11]). De geurconcentratienormen voor bronnen in de omgeving van een leef- en woongebied zijn:

- 1 GE/m³ als 98 percentiel bij bestaande bronnen;
- 1 GE/m³ als 99,5 percentiel bij nieuwe bronnen;
- 10 GE/m³ als 99,99 percentiel bij discontinue en fluctuerende bronnen.

De geurconcentratienorm voor objecten buiten de leef- en woonomgeving, zoals woningen op industrieterreinen en verspreide woningen in agrarisch gebied, is 1 GE/m³ als 95 percentiel.

Zo betekent bijvoorbeeld een geurconcentratienorm van 1 GE/m³ als 98 percentiel dat gedurende 2 % van de tijd de geurconcentratie van 1 GE/m³ in de naburige woonomgeving overschreden mag worden.

Een dergelijke ontwerpnorm stelt één criterium voorop voor alle bronnen, wat omwille van de duidelijkheid en eenvormigheid positief is. Bovendien zijn alle bronnen volgens eenzelfde maatstaf beoordeeld. In de praktijk is de toepassing van een ontwerpnorm niet altijd eenvoudig, dikwijls als gevolg van meettechnische problemen (beperkte reproduceerbaarheid).

Om een doeltreffend beleid ten aanzien van geurhinder te kunnen voeren, is het noodzakelijk een kwaliteitsdoelstelling te definiëren. Gezien de meettechnische beperkingen voor geur is het aangewezen deze kwaliteitsdoelstelling te formuleren op basis van het effect, namelijk het percentage van de bevolking dat zich gehinderd voelt. Deze parameter kan bepaald worden via een gestandaardiseerde enquête, die bijvoorbeeld om de drie jaar herhaald wordt. In Nederland werd een dergelijke enquête uitgevoerd in 1980 en 1989. Het aantal geurgehinderden steeg in deze periode van 18 % naar 22 % van de Nederlandse bevolking. De NMP (Nationaal Milieubeleidsplan)-doelstelling voor 2000 in Nederland stelt dat maximaal 12 % van de bevolking geurhinder mag ervaren[12].

3 | Bronnen en oorzaken

Geurbronnen kunnen van velerlei aard zijn. Tabel 1 onderscheidt op basis van de geurhinderenquête negen categorieën van bronnen.

Tabel 1: Overzicht van bronnen en oorzaken van stankproblemen.

	Bronnen	Oorzaken
a.	Agrarische activiteiten	• Microbiële omzettingen (anaëroob)
b.	Bereiden van voedingsmiddelen	• Hoge temperatuursprocessen
c.	Chemische produktieprocessen	• Produktie en gebruik van verbindingen met een lage geurdrempelwaarde • Processen met sterk ruikende componenten als bijprodukt
d.	Gebruik van solventen	• Gebruik van verbindingen met een relatief hoge geurdrempelwaarde in grote concentraties
e.	Overige produktieprocessen	• Processen met sterk ruikende componenten als bijprodukt • Gebruik van verbindingen met een lage geurdrempelwaarde
f.	Lozen, transporteren en zuiveren van afvalwater	• Microbiële omzettingen (anaëroob)
g.	Storten, opslaan en verwerken van afval	• Microbiële omzettingen (anaëroob) • Hoge temperatuursprocessen met vorming van VOS als bijprodukt
h.	Verbranden van brandstoffen	• Onvolledige verbranding
i.	Niet-produktiegebonden lekken	• Verdamping van verbindingen met lage geurdrempelwaarde

Voor het kwantitatief belang van de verschillende bronnen voor de geurhinderproblematiek in Vlaanderen verwijzen we naar de resultaten van de enquête (figuur 2A).

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van de emissies

Tabel 2 geeft een overzicht van de doelgroepen en de activiteiten waardoor elk van deze doelgroepen geurhinder kan veroorzaken. De bronnen zijn aangeduid met letters en verwijzen naar de opsomming van bronnen in tabel 1.

Tabel 2: Overzicht van de doelgroepen en hun bronnen van geurhinder.

Doelgroepen	Bronnen
1. Bevolking	f, g, h, i
2. Landbouw & bosbouw	a, f, g, h, i
3. Energiesector	h, i
4. Chemische nijverheid	c, d, f, g, h, i
5. Industriesector basismetaal	e, f, g, h, i
6. Bouwsector	e, f, g, h, i
7. Overige nijverheid	
Voedingsindustrie	b, f, g, h, i,
Overige industrie	d, e, f, g, h, i
8. Verkeer & vervoer	h, i
9. Toerisme & recreatie	g, h, i
10. Infrastructuren	
11. Dienstenverlenende bedrijven	d, f, g, i
12. Afvalwater en vast afval	f, g, i
13. Detailhandel	b, f, g, h, i

Voor het kwantitatief belang van de verschillende doelgroepen voor de geurhinderproblematiek in Vlaanderen verwijzen we naar de resultaten van de enquête (figuur 2B).

4.2 | Aanbieders van oplossingen

De doelgroepen zijn naast de veroorzakers van de emissies ook de belangrijkste aanbieders van oplossingen. Elk bedrijf moet in de eerste plaats het relatief belang van de verschillende bronnen juist inschatten en nagaan of een aantal geurbronnen niet vermeden kan worden door procesgeïntegreerde maatregelen.

Dikwijls is het echter niet mogelijk alle geurbronnen uit te schakelen. In dat geval moet de geurhoudende lucht afgezogen en naar een zuiveringsinstallatie geleid worden (brongerichte maatregelen).

5 | Maatregelen en instrumenten

5.1 | Procesgeïntegreerde maatregelen

Het inschakelen van procesgeïntegreerde maatregelen is sterk afhankelijk van de bedrijfstak en de produktiemethodiek en vereist een grondige kennis van het proces of de processen waarmee gewerkt wordt. Voorbeelden van procesgeïntegreerde maatregelen zijn:

- het gebruik van andere grond- en/of hulpstoffen, bv. de ontwikkeling van met water verdunbare lakken in de verfindustrie;
- het aanpassen van de opslag van aan bederf onderhevige grondstoffen, afvalstoffen en/of eindprodukten, bv. de opslag van slachtafval in gekoelde containers;
- het scheiden van sterk geuremitterende en minder geuremitterende activiteiten om zo de te behandelen luchtstroom te beperken;
- de drijfmest na het uitspreiden op de akkers onmiddellijk onderploegen of direct inspuiten op het grasland;
- het vermijden van het onstaan van anaërobe omstandigheden;
- overschakelen van discontinue naar continue produktieprocessen.

5.2 | Brongerichte maatregelen

Voor het reinigen van lucht zijn fysische (absorptie, adsorptie), chemische (oxydatie) en biologische (microbiële biodegradatie) luchtzuiveringstechnieken voorhanden. Absorptie is het proces waarbij geurstoffen van de gasfase overgaan naar de vloeibare fase dat wordt toegepast bij het *wassen*[2,3] van geurhoudende gassen. *Actieve koolfiltratie*[2,3] steunt op de adsorptie van geurhoudende produkten door actieve kool. Chemische processen zoals oxydatie worden toegepast bij de *verbranding*[2,3] van geurhoudende gassen. Organische moleculen worden volledig geoxydeerd wanneer zij lang genoeg op hoge temperatuur in contact komen met zuurstof. De biologische luchtzuiveringsmethoden, *biowassers* en *biofilters*[1,3], steunen op de biodegradatie van in de lucht aanwezige organische verontreinigende stoffen door micro-organismen.

Elke techniek heeft een aantal voordelen en beperkingen. Er moet dus geval per geval nagegaan worden welke techniek in een concrete situatie economische haalbaarheid en effectiviteit combineert. In sommige gevallen volstaat het inschakelen van één techniek niet om het probleem op te lossen.

5.3 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Het opstellen van kwaliteitsdoelstellingen en de uitbouw van een gestructureerde aanpak zijn niet haalbaar op korte termijn. Ondertussen moeten de klachten over geurhinder aangepakt worden. Bovendien is te verwachten dat in de toekomst nog steeds klachten over geurhinder gemeld zullen worden. De overheid, de doelgroepen en de milieu-organisaties hebben behoefte aan een uniforme procedure voor de directe *klachtenbehandeling*. Deze uniforme procedure kan in drie stappen ingedeeld worden, namelijk evaluatie van de ernst van de klacht, opstellen van een saneringsplan en tenslotte een terugkoppeling naar de klagers toe. Voor de klachtenbehandeling is een snelle *evaluatie van de ernst* van de klacht van belang. Het is dan ook aan te raden de gemeentelijke milieudiensten hierbij te betrekken. Ook de (vermoedelijke) veroorzaker dient zo snel mogelijk op de hoogte te worden gebracht van de klacht.

Evaluatie van de ernst van de klacht betekent dat één of meerdere neutrale personen op verschillende onaangekondigde tijdstippen volgens een vastgesteld protocol ter plaatse de geurwaarneming uitvoeren. Een dergelijk protocol beschrijft de methode waarmee de geurwaarneming wordt uitgevoerd, en ook het aantal en de duur van de

geurwaarnemingen. Indien het aantal positieve geurwaarnemingen (stank in de omgeving van de bron) een vast en vooraf bepaald aantal overschrijdt, dan wordt het probleem als ernstig beschouwd en wordt de klachtenbehandelingsprocedure verder gezet. In het andere geval zal de klacht niet verder behandeld worden.

Bij een ernstige klacht, moet verder gezocht worden naar een oplossing om de hinder te beperken (*sanering*). Indien er reeds uitgewerkte technische voorschriften bestaan voor het betreffende type bron, moeten deze opgelegd worden. Zoniet moet een saneringsplan uitgewerkt worden. Saneringsplannen worden het best in samenwerking met erkende onafhankelijke milieudeskundigen opgesteld. Hierin moet ook de termijn waarbinnen de sanering voltooid moet zijn, vastgesteld worden.

Na sanering moet in beide gevallen de nieuwe situatie geëvalueerd worden. Hierbij kan dezelfde procedure gevolgd worden als bij de evaluatie van de ernst van de klacht. Voor de klagers is het van belang op regelmatige tijdstippen ingelicht te worden over de stand van zaken van het onderzoek (*terugkoppeling*).

5.4 | Instrumenten

Het huidige beleid ten aanzien van geurhinderproblemen wordt gekenmerkt door een *ad hoc* aanpak. Wanneer de overheid klachten over een bepaalde geurbron ontvangt, wordt getracht om via de milieuvergunning het probleem technisch aan te pakken (bv. het opleggen van een saneringsplan). Als voorbereiding hiervoor wordt vaak een geurdossier opgesteld door een adviesbureau of onderzoeksinstelling. De aanpak is weinig gestandaardiseerd. Om een globaal geurhinderbeleid concreet gestalte te geven, worden de volgende instrumenten voorgesteld.

De uitbouw van een emissie-inventaris

De uitbouw van een emissie-inventaris heeft als doel een overzicht te geven van de verschillende oorzaken (bronnen) van de verstoring en hun evolutie. Informatie over de verschillende brontypes kan verzameld worden op basis van spontane klachten. Klachten van privé-personen komen vooral terecht bij de gemeentelijke milieudiensten, maar ook bij politie of rijkswacht, provinciale milieudiensten en milieu-organisaties. Om een beter overzicht van de milieuproblematiek te krijgen, dienen al deze klachten op één niveau verzameld te worden. Aangezien de meeste klachten nu reeds gemeld worden op gemeentelijk niveau, is het aangewezen dat per gemeente een uniform klachtenbestand opgemaakt wordt. Elke gemeente kan dan haar klachtenbestand doorgeven aan de centrale administratie, die de globale inventaris opmaakt. Soms zullen echter, door gewenning of door een berustende houding van de bevolking over sommige bronnen van geurhinder, geen klachten gemeld worden. Om het aantal niet-ernstige klachten te beperken, worden anonieme klachten niet in aanmerking genomen.

Milieuvergunning

De milieuvergunning kan een geschikt instrument zijn in het geurhinderbeleid om technische en/of planologische maatregelen op te leggen. Eerst moet een lijst opgesteld worden van activiteiten waarbij geurhinder een belangrijk aspect van de milieu-impact is. Bestaande indelingslijsten met afstandsregels (VLAREM II, TA-luft, VNG-methode, enz.) en de enquête resultaten (klachtenbestand okt.'92-sept.'93) kunnen hierbij als leidraad dienen. Per type bron wordt dan een pakket van technische en/of planologische maatregelen vastgelegd. Voor een aantal bronnen zullen bestaande maatregelen een oplossing bieden, voor andere zal een onderzoeksfase aan de selectie van maatregelen vooraf moeten gaan. Bij een aanpak via de milieuvergunning wordt de voorkeur gegeven aan dergelijke middelvoorschriften in plaats van doelvoorschriften (normen per sector) om een effectieve controle door vergunningverleners moge-

lijk te maken. Theoretisch kan een sectoraal geurnormenstelsel de voorkeur wegdragen, praktisch is een dergelijk normenstelsel niet realiseerbaar op korte termijn (5-10 jaar).

Uit de rondvraag bij overheden, doelgroepen en milieu-organisaties blijkt dat er behoefte is aan een kwaliteitsdoelstelling voor geurhinder. Het percentage gehinderden is een bruikbare parameter voor het definiëren van een kwaliteitsdoelstelling. Hoewel hierover geen eensgezindheid bestaat, menen wij dat geurhinder op dit moment het best aangepakt wordt via technische en planologische voorschriften die gekoppeld zijn aan de milieuvergunning, vooral omdat het onderbouwen van een sectoraal normenstelsel niet haalbaar is voor het beleid in de nabije toekomst. Voor de klachtenbehandeling beschouwen we een uniforme procedure die bestaat uit evaluatie, sanering en terugkoppeling, als een nuttig instrument.

Referenties

1 Corbin A., Pestdamp en bloesemgeur. Een geschiedenis van de reuk, Aubier Montaigne, Parijs, 1982; Nederlandse vertaling: SUN, Nijmegen, 1986.

2 Cheremisinoff P. N., Young R. A., Industrial odor technology assessment, Ann arbor science publishers inc., Michigan, 1975.

3 Schamp N., Van Langenhove H., Geurhinder. Uitgeverij Pelckmans, Kapellen, 1987.

4 Anzion C., van Kuijk A., Post J., *Lucht, 10* (1993), 50.

5 van Harreveld T., *Lucht, 10* (1993), 55.

6 Ema K. , Yokoyama M. , Nakamoto T., Moriizumi T. , *Sensors and actuators, 18* (1989), 291.

7 Cavalini P., It's an ill wind that brings no good. Studies on odour annoyance and the dispersion of odorant concentrations from industries, University Press, Groningen, 1992.

8 Ham J. H., *Publikatiereeks Lucht, 39* (1985).

9 Meert H., *Planologisch Nieuws, 12* (1992), 213.

10 VNG, Bedrijven en milieuzonering, Uitgeverij van de vereniging van Nederlandse gemeenten, 's-Gravenhagen, 1993.

11 Dönzelmann E., *Lucht, 10* (1993), 59.

12 RIVM, Nationale milieuverkenning 3, RIVM, Bilthoven, 1993.

13 Leson G., Winer A. M., *Journal of the air & waste management association, 8* (1991), 1045.

Begeleiders

I. Aerts, Dialoog Werkgroep Technologie

R. Boeckaert, Bayer Antwerpen

R. Nysten, STABO CV

III.10A Hinder: risico's

L. Hoorelbeke, C. Vancayseele, W. Cnudde, C. de Regt,
DNV Industry N.V.

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Omgaan met risico's

Het begrip risico wordt in het taalgebruik in uiteenlopende betekenissen gebruikt, maar er wordt altijd gewezen op *gevaar voor schade*. Dit betekent dat een risico een sluimerend bestaan kent tot op het ogenblik dat de schadelijke gebeurtenis optreedt.

Uit het oogpunt van milieu-efficiëntie, dient er naast de waarneembare bronnen van regelmatige of continue milieuverstoring ook rekening te worden gehouden met de mogelijke bronnen van zeldzame en acute milieuverstoring. Wanneer een onwaarschijnlijke milieuverstoring zich plotseling voordoet, kan in een korte tijdspanne onomkeerbare schade worden toegebracht aan een omgeving die zijn milieuwaarde heeft verworven door een lange tijd volgehouden beleid ten opzichte van continue bronnen.

Het begrip risico wordt gedefinieerd als:

De gelijktijdige aanwezigheid van verschillende factoren die met een bepaalde waarschijnlijkheid aanleiding kunnen geven tot een plotselinge ongewenste gebeurtenis, waarbij er ernstige schade optreedt voor levende wezens of hun leefmilieu of waardoor de goede werking van hun samenleving in het gedrang komt.

Dit thema beperkt zich tot de mogelijke ernstige schade aan mens en milieu tengevolge van zware ongevallen (rampen, accidenten), de zogenaamde externe veiligheid[1].

Bij de studie van risico's onderscheiden we[2]:

- *risico-existentie*: het werkelijk aanwezig zijn van een risico;
- *risico-beleving*: het persoonlijk aanvoelen van een risico;
- *risico-acceptatie:* de aanvaarding van een risico.

Eenzelfde risico-existentie, veroorzaakt door verschillende activiteiten, wordt door de bevolking op een andere manier ervaren. Heel wat factoren beïnvloeden de individuele risico-beleving, zoals vrijwilligheid van blootstelling aan het risico, herstelbaarheid van de schade, directe of vertraagde uitwerkingen, persoonlijk voordeel uit de risicovolle activiteit of niet.

Een beleidsmatige benadering van risico's geschiedt via twee complementaire richtingen.

De kwalitatieve benadering. Deze benadering omvat het uitvoeren van een systematisch gevarenonderzoek met behulp van kwalitatieve methodes om risico's te identificeren zoals de storingsanalyse. Verder wordt optimaal gebruik gemaakt van veiligheidstechnische normen en standaarden, en van codes van goede praktijk. Bij het ontwerp en de uitbating van industriële installaties worden hierbij de volgende preventie-grondslagen operationeel gemaakt:

- inherent veilig ontwerp via structurele preventieve maatregelen zoals het vermijden van gevarenbronnen;
- de beperking van risico's voor zover dit redelijkerwijze haalbaar is (ALARA-principe);
- het verzekeren van een afdoende ontdubbeling en verscheidenheid in de veiligheidsfuncties.

De kwantitatieve benadering. Dit omvat een selectieve aanvulling voor bepaalde facetten of probleemstellingen, namelijk die waarvoor de kwalitatieve benadering op zich niet leidt tot een uniforme en algemeen aanvaarde oplossing. Voorbeelden van beslissingssituaties waarvoor de kwantitatieve risico-analyse een bijkomende - maar op zich onontbeerlijke - input levert zijn:

- de vereiste betrouwbaarheid van kritische installatie-onderdelen;
- de mate van ontdubbeling van bepaalde detectie-, controle- en beveiligingsvoorzieningen;
- de lay-out van de bedrijfsvestiging, zoals de nodige veiligheidsafstand tussen een produktie-installatie en een opslagzone of tussen een bedrijfseenheid en een administratie-gebouw;
- de situering van de bedrijfsvestiging ten opzichte van de externe omgeving, namelijk de nodige scheidingsafstanden tot bijvoorbeeld woonzones en natuurgebieden (beleidsdomein van de 'externe veiligheid').

Voor de overheid, die verantwoordelijkheid draagt voor de 'externe veiligheid' is een selectieve kwantitatieve benadering van risico's noodzakelijk om op een doelmatige en uniforme wijze om te gaan met risico's voor zware ongevallen.

Het risicobeleid dient uit te gaan van het objectieve en kwantitatieve risico, berekend uit de kans op bepaalde gebeurtenissen en de hieruit te verwachten schade. Het resultaat wordt uitgedrukt als de kans per jaar dat een nadelig gevolg zich voordoet. Hiermee wordt de graad van externe veiligheid in de vorm van risico-criteria vastgesteld op een wijze die vergeleken kan worden met milieukwaliteitsdoelstellingen. Het al dan niet aanvaarden van een risico is uiteindelijk een maatschappelijke keuze, waarbij onderkend moet worden dat *het nulrisico niet bestaat.* Risico's kunnen verminderd worden door het nemen van de gepaste maatregelen, maar elke activiteit blijft een restrisico inhouden.

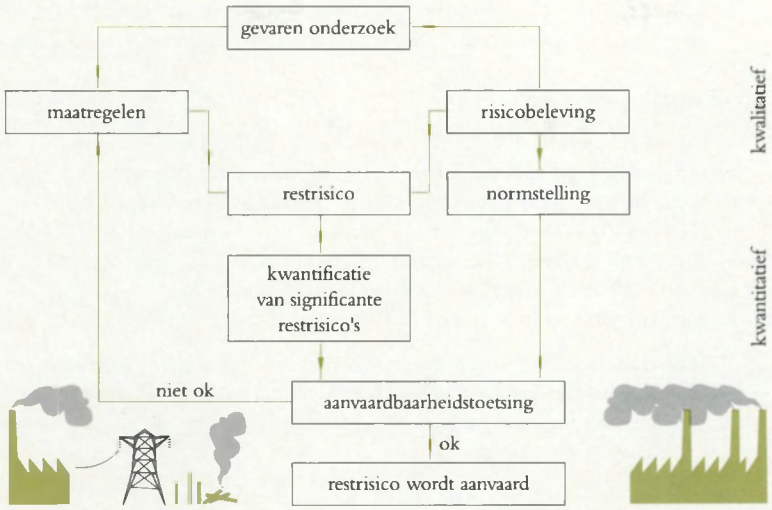
Om gebruik te maken van de voordelen van zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve benadering wordt voorgesteld een risicobeheersproces te doorlopen zoals schematisch wordt weergegeven in figuur 1.

Het risicobeheersproces is opgebouwd uit drie cycli:

- Het kwalitatief gevarenonderzoek wordt gedreven door de risicobeleving. Dit is in eerste instantie een bedrijfsinterne aangelegenheid waarbij de identificatie van risico's aanleiding kan geven tot het nemen van maatregelen. Bij zorgvuldige toepassing van de kwalitatieve benadering zullen de risico's beduidend afnemen.
- Omdat er altijd restrisico's blijven, dient de overheid (risico)normen uit te vaardigen, die het resultaat zijn van haar uitspraak over de aanvaardbaarheid van objectieve restrisico's.
- Kwantificatie van restrisico's is noodzakelijk om risico's van verschillende aard met elkaar en met de vooropgestelde (risico)normen te kunnen vergelijken. Met die ken-

nis kan de overheid komen tot een verantwoorde aanvaardbaarheidstoetsing en aansluitend tot een verantwoorde prioriteitenstelling bij het opleggen van maatregelen.

Figuur 1: De drie cycli van het risicobeheersproces.



Bij kwantificatie maken we een onderscheid tussen individueel risico en groepsrisico. Een aanverwant begrip is de verwachtingswaarde.

Individueel risico. Het individueel risico (uitgedrukt per jaar) is de vermenigvuldiging van het aantal malen dat een milieuverstoring zich per jaar voordoet, met het nadelig effect dat een levend wezen ondervindt als gevolg van blootstelling aan die verstoring (bv. chemische stof, warmtestraling, drukgolf, inslag van een voorwerp). Doorgaans wordt het risico rondom een activiteit berekend alsof er op elke plaats voortdurend een individu aanwezig is. De punten met gelijk plaatsrisico worden dan verbonden tot Individuele Risico Contouren (IRC).

Groepsrisico. Het groepsrisico is het risico waarbij in één keer een groep levende wezens het slachtoffer is van eenzelfde ongewenste gebeurtenis. Het collectief risico voor ecosystemen is het risico dat een ecosysteem een bepaald nadelig gevolg ondervindt tengevolge van een blootstelling aan een verstoring. Het groepsrisico wordt weergegeven als de cumulatieve frekwentiecurve (zogenaamde fN-curve)[3], waarbij de schade in abcis en de cumulatieve frequentie van optreden in ordinaat staat. Bij de berekening van het groepsrisico wordt van de aanwezige populatie uitgegaan.

Verwachtingswaarde. De verwachtingswaarde is de verwachte globale schade per jaar tengevolge van ongewenste gebeurtenissen verbonden aan een bepaalde activiteit.

Het onderkennen van de verschillende risicodimensies - individueel risico, groepsrisico en verwachtingswaarde - is belangrijk voor de besluitvorming.

Bepaalde activiteiten vertonen een laag individueel risico (bv. voor het verkeer is dit ongeveer 2 doden per 10 000 deelnemers per jaar) en een laag groepsrisico (een verkeersongeval met 5 of meer doden is uitzonderlijk). Het verkeer vormt echter een belangrijk risico door de hoge verwachtingswaarde van zowat 2 000 verkeersdoden in België per jaar. Analoog is het collectief risico voor ecosystemen door transportongevallen beperkt (er wordt zelden een uitgestrekt gebied in één keer getroffen), maar kan de verwachtingswaarde van globale milieuschade per jaar aanzienlijk zijn.

De berekende schade, gecombineerd met de kans waarmee deze schade optreedt, is het *kwantitatief risico*[5,6] Dit berekende risico dient vervolgens gerelateerd te worden aan milieukwaliteitsnormen in de vorm van risico-criteria.

De *kans* van optreden van een ongewenste gebeurtenis wordt bepaald door combinatie van statistische gegevens met analytische evaluatietechnieken (foutenboom- en gebeurtenissenboomanalyse) en eventueel aangepast op basis van oordelen van experts.

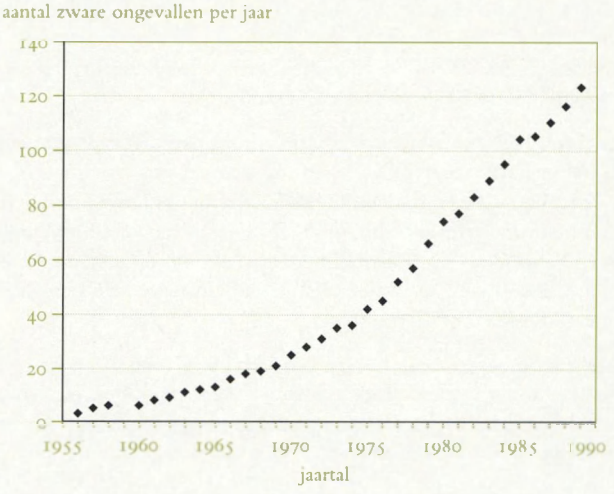
1.2 | Tijdsperspectief

Door het sluimerend bestaan van risico's kan er lange tijd geen schade optreden, hoewel een beduidend risico aanwezig is. Om risico's te onderkennen is het nuttig om op ongewenste gebeurtenissen uit het verleden terug te blikken. Hieruit komen als belangrijkste activiteiten met externe risico's naar voren:

- gevaarlijke stoffen in vaste en mobiele installaties;
- vaste en mobiele activiteiten met grote groepen mensen;
- kernenergie.

Daarnaast brengen nieuwe technologieën, zoals het genetisch modificeren van organismen naast nieuwe voordelen ook nieuwe risico's met zich mee die moeilijk te voorspellen zijn. Voor het beheersen van dergelijke nieuwe risico's is een voorspellende risicoanalyse aangewezen.

Figuur 2: Wereldwijde evolutie van het aantal zware ongevallen in de petrochemie.



Bron: Crooks, 1994[6].

Omdat zware ongevallen uitzonderlijke gebeurtenissen zijn, vormen de risicovolle activiteiten in Vlaanderen een te smalle basis om een trend in de tijd te herkennen. Niettemin geven recente zware explosies in de petrochemische nijverheid van Antwerpen in 1987 (BP), 1989 (BASF) en 1992 (BRC) aan dat het risico aanwezig is, zoals ook blijkt uit branden in 1993 bij Biolux te Machelen en Wolf Oil te Hemiksem. Figuur 2 geeft de wereldwijde evolutie van het aantal zware ongevallen in de petrochemie, waarvan de trend representatief wordt geacht voor activiteiten met gevaarlijke stoffen, ook in Vlaanderen.

1.3 | Ruimtelijk perspectief

Vlaanderen behoort tot de middenmoot van de Westerse wereld op het vlak van de aanwezige risico's. De beheersing van risico's op zware ongevallen is een internationale aangelegenheid en om uitwisseling van risico-informatie te bevorderen is afstemming van de risiconormering in EU-verband gewenst.

De reikwijdte van de schade is sterk afhankelijk van de specifieke omstandigheden (plaats, tijd, weer, enz.) op het ogenblik van het optreden van de ongewenste gebeurtenis en van zijn aard:

- lokaal (enkele honderden meters), bijvoorbeeld ingeval van brand;
- sub-regionaal (enkele kilometers), bijvoorbeeld bij vrijkomen van giftige stoffen;
- regionaal (tientallen kilometers), bijvoorbeeld bij verspreiding van organismen;
- interregionaal of internationaal (honderden kilometers), bijvoorbeeld bij nucleaire rampen.

Vanwege ruimtelijke beperkingen en mogelijke interactie- en afwentelingsmechanismes, is een geïntegreerde gebiedsgerichte benadering nodig, waarbij eveneens de risico's van transport in rekening worden gebracht.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstelling

2.1 | Gevolgen

De gevolgen zijn onder te brengen in:
- menselijke schade (doden, zwaar gewonden, enz.);
- milieuschade (fauna en flora);
- materiële schade.

De gebruikte modellen voor het bepalen van de effecten en de gevolgen van zware ongevallen verschillen naargelang de fysische aard van het ongeval (verspreidingsmodellen, explosiemodellen, en andere).

De *methodiek* omvat drie deelgebieden voor het bepalen van respectievelijk:
- de vrijzetting van het agens (bronterm);
- de verspreiding van het agens (transport);
- de inwerking van het agens (schade).

2.2 | Referentiekader

Het referentiekader voor de studie van risico's wordt bepaald door het optreden van *natuurlijke risico's*, dit wil zeggen het gevaar voor schade aan mens en milieu tengevolge van natuurlijke fenomenen. Het aantal natuurlijke sterfgevallen in de periode 1979-88 bedroeg in België gemiddeld 103 374 per jaar, voor een bevolking van gemiddeld 9,84 miljoen. Deling van beide gemiddelden geeft *een natuurlijke sterftekans van 0,0105 per jaar*. In de aangegeven periode waren zelfmoord en verkeer de belangrijkste oorzaken van niet-natuurlijke sterfte, met een sterftekans van elk meer dan 0,0002 per jaar. Figuur 3 geeft aan hoe de natuurlijke sterftekans verloopt in functie van de leeftijd. Hierop is ook de niet-natuurlijke sterfte aangegeven.

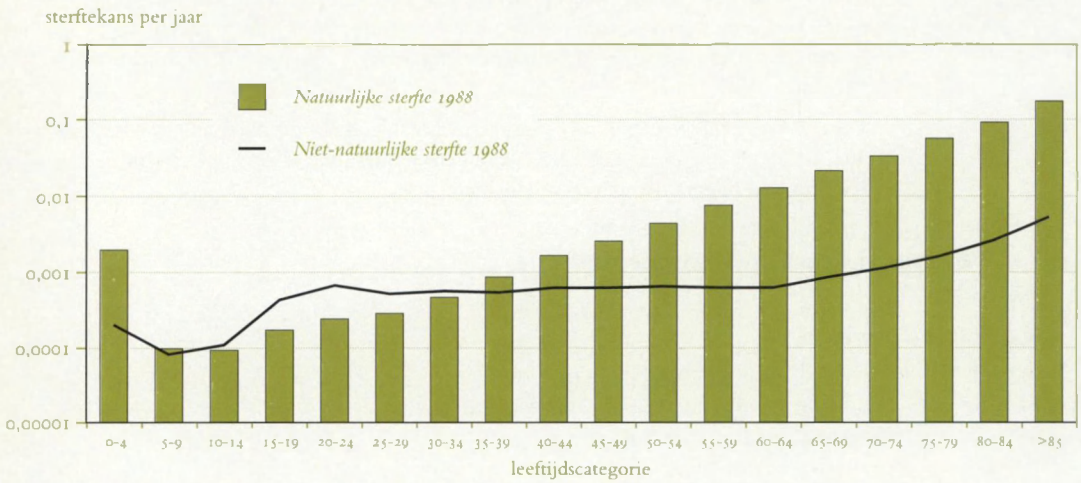
2.3 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Duurzame ontwikkeling vereist onder meer het voorkomen van onherstelbare aantasting van milieufuncties, wat het streven naar minimale restrisico's inhoudt.

De volgende uitgangsprincipes worden vooropgesteld:
- het optreden van ongewenste gebeurtenissen moet beperkt en zo laag mogelijk zijn;
- de veiligheid van elke burger mag niet significant afnemen;
- het aantal slachtoffers per jaar mag maar een fractie zijn van de slachtoffers door natuurlijke oorzaken;
- hoe ernstiger de schade, hoe zeldzamer de gebeurtenissen mogen optreden.

De volgende voorstellen tot risiconormering werden opgemaakt op basis van deze principes en een analyse van de risiconormering in het buitenland met bijzondere aandacht voor de toestand in de ons omringende landen[1,5,6,7].

Figuur 3: Individueel risico op sterfte in België in 1988.



Bron: Statistiek van de doodsoorzaken, NIS.

Individueel Risico Contouren

Tabel 1 geeft onze voorstellen voor de *grens-, richt- en streefwaarden* voor IRC rondom risicovolle activiteiten in Vlaanderen. De grenswaarde komt overeen met de maximaal toegelaten IRC. De richt- en streefwaarden zijn respectievelijk de verwaarloosbare IRC voor nieuwe en bestaande activiteiten.

Tabel 1: Voorstel van risiconormen uitgedrukt in sterftekans per jaar voor Individueel Risico Contouren (IRC) rondom risicovolle activiteiten in Vlaanderen.

Locatie	Grenswaarde	Richtwaarde = Grenswaarde
Terreingrens	10^{-5}	10^{-6}
Grens Industriezone	10^{-6}	10^{-7}
Kwetsbare lokaties (scholen, hospitalen, enz.)	10^{-7}	10^{-8}

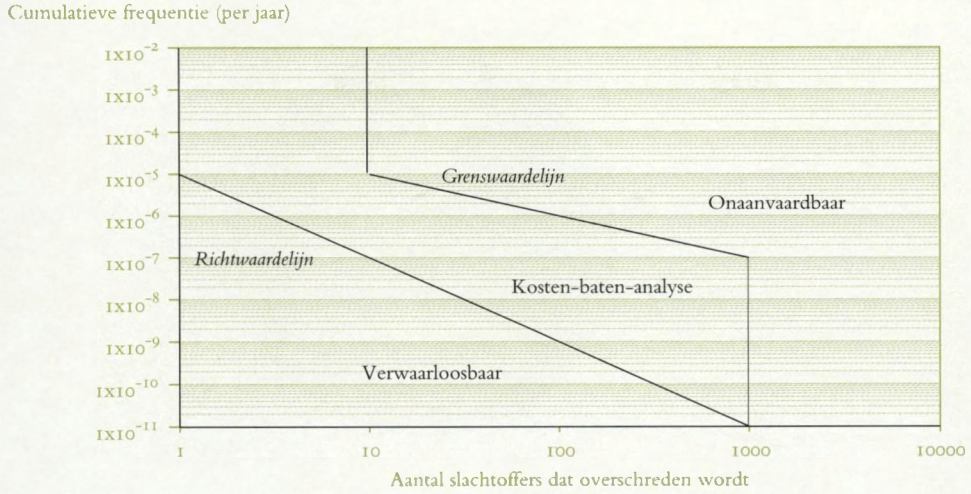
Groepsrisico

Mens. Een fN-curve geeft inzicht in de kans waarbij er jaarlijks *minstens* een aantal dodelijke slachtoffers in één keer vallen. De normen van figuur 4 zijn voorgesteld op basis van een studie van buitenlandse normering[5,7,9].

De *grenswaardelijn*, waarboven het groepsrisico onaanvaardbaar is, vertrekt als een verticale bij 10 (of meer) doden, omdat er altijd een restrisico overblijft waarbij enkele dodelijke slachtoffers kunnen vallen, en eindigt als een verticale bij 1 000 doden, wat ongeacht de kans van optreden als de maximum toelaatbare schade gezien wordt. Tussen beide verticalen heeft de grenswaardelijn een helling van -1, omdat kans en schade gelijkwaardige factoren zijn bij een objectief risico, en een hypothetisch snijpunt van 1 dodelijk slachtoffer per 10 000 jaar. Dit is een jaarlijkse sterftekans van 0,0001 of 1 % van de natuurlijke jaarlijkse sterftekans.

Onder de *richtwaardelijn* is het groepsrisico verwaarloosbaar. Deze lijn vertrekt van een jaarlijkse sterftekans die één duizendste bedraagt van de natuurlijke jaarlijkse sterftekans. Ze heeft een helling -2, zodat een tienmaal hoger aantal dodelijke slachtoffers gepaard gaat met een honderdmaal lagere kans. Dit zou overeenstemmen met de risico-beleving.

Figuur 4: Voorstel voor milieukwaliteitsdoelstellingen rond risicovolle activiteiten in Vlaanderen.



Ecosystemen. Verder onderzoek is nodig om normen vast te stellen ten aanzien van de kans-schade-curve voor milieurisico's[10].

Verwachtingswaarde

Als grenswaarde voor de verwachtingswaarde voor de werknemers stellen we 4 slachtoffers per miljard werkuren voor[5].

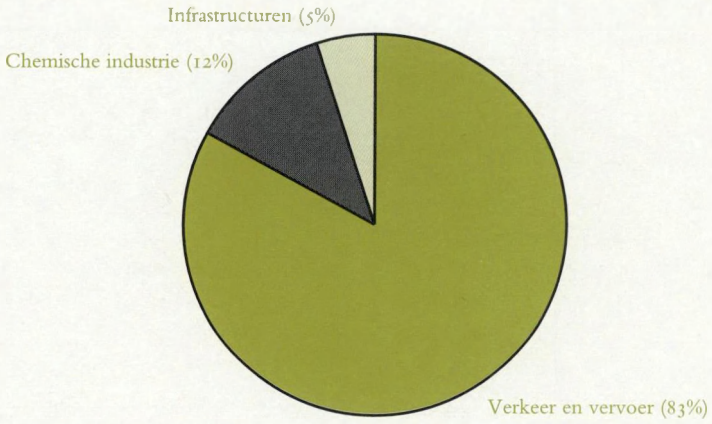
3 | Bronnen en oorzaken

Risico's ontstaan door de aanwezigheid van bepaalde vaste installaties en bij het transporteren van gevaarlijke stoffen. Tot de vaste installaties behoren industriële installaties (o.a. chemische) waar gevaarlijke stoffen aangewend worden, en nucleaire installaties. De risico's bij transport worden veroorzaakt door het vervoeren van gassen en vloeibare produkten via pijpleidingen, het goederenvervoer over de weg, het spoor en het water, en het personenvervoer.

4 | Rol van de doelgroepen

Om een duidelijk inzicht te verkrijgen in de grootte van de risico's van de diverse risicobronnen is het aanbevolen om *kwantitatieve* risicostudies uit te voeren. Als we uitgaan van één *themaindicator*, namelijk de oppervlakte van het grondgebied waar een bepaald risiconiveau wordt overschreden, kunnen we voorlopig een ruwe schatting maken van het aandeel per doelgroep. Figuur 5 toont duidelijk dat de doelgroep verkeer en vervoer prioritaire aandacht vereist. Het huidige risicobeleid daarentegen concentreert zich voornamelijk op een klein deel van de chemische industrie met name de Sevesobedrijven.

Figuur 5: Aandeel van risicobronnen in de totale oppervlakte met overschrijding van het Maximaal Toelaatbaar Risico (Individueel Risico Contour > 10^{-6} per jaar).



4.1 | Bevolking

De bevolking staat bloot aan allerlei risico's, waarvan een deel vrijwillig gekozen is zoals autorijden, en de rest voortkomt uit activiteiten die om hun socio-economisch nut toegelaten worden. Om de risicobeleving van de bevolking meer in de richting van de risico-existentie te kunnen brengen zijn risicovoorlichting en -educatie onontbeerlijk. Dit is de basis om in de toekomst tot een evenwichtige risicocommunicatie te kunnen komen tussen industrie, overheid en bevolking.

4.2 | Energiesector

Onze samenleving heeft een grote en verspreide energiebehoefte, wat een aanzienlijke opslag en transport van energiedragers met zich mee brengt. Het ongecontroleerd vrijkomen van energie - zoals bij een explosie - kan een belangrijk risico inhouden. Dit geldt zowel voor vaste, vloeibare, als gasvormige brandstoffen, met nucleaire splijtstof als een afzonderlijk probleem. Bij de keuze tussen energiedragers dienen naast de diverse continue lozingen ook het mogelijk plotseling vrijkomen van energie in de volledige energieketen te worden beschouwd.

4.3 | Chemische en andere nijverheden

In de chemische nijverheid en andere nijverheden worden allerhande stoffen opgeslagen, verwerkt en geproduceerd. Zowel bij opslag als verwerking kunnen produkten ongewenst vrijkomen in de omgeving. De mogelijke schade is afhankelijk van de aard (bv. giftig, ontvlambaar, explosief) en de hoeveelheid van het vrijgekomen produkt. Het risico hangt samen met de mate waarin en de wijze waarop gebruik gemaakt wordt van gevaarlijke stoffen.

Vlaanderen telt 77 Sevesobedrijven (voornamelijk gelegen in respectievelijk de havenzones van Antwerpen, Gent en Zeebrugge) en wellicht enkele duizenden bedrijven waar gevaarlijke stoffen in afdoende mate aanwezig zijn om incidenten te kunnen veroorzaken waarbij de effecten de bedrijfsgrenzen overschrijden. Voor de Sevesobedrijven is een kennisgevingsdossier opgesteld, waarbij slechts in een tiental gevallen een kwantitatieve risicobenadering werd gevolgd.

In de relatief nieuwe sector van de genetisch gemodificeerde organismen zijn naast de universiteiten, ook de bedrijven Algist Bruggeman en Corvas International te Gent,

Eurogenetics in Tessenderlo, Innogenetics en Plant Genetic Systems te Gent, Citrique Belge te Tienen, Gist Brocades te Brugge en Janssen Pharmaceutica te Beerse actief.

4.4 | Verkeer en vervoer

Goederenvervoer over weg, spoor en water

Voor het vervoer van goederen is naast de aard van de goederen zowel de keuze van de transportmodus (pijpleiding, weg, spoor, water) en het transportvolume, als de transportroute bepalend voor het restrisico.

Momenteel zijn er verschillende studies lopende om het verkeer binnen het Vlaamse Gewest in kaart te brengen. In het huidige stadium is het nog niet mogelijk om een betrouwbare schatting te maken van de vervoersprestatie naar reisweg. Per reisweg dient een afzonderlijke studie te worden gemaakt waarbij de risico's van de diverse transportmodi vergeleken kunnen worden.

Het vervoer van gevaarlijke produkten via de *weg* verloopt in hoofdzaak over de autosnelwegen (840 km) en de provinciale wegen (627 km). De belangrijkste risico's worden veroorzaakt door het vervoer van brandstoffen (12 000 000 ton per jaar), LPG (900 000 ton per jaar) en allerhande chemische stoffen (17 000 ton per jaar).

De risico's verbonden met het transport van gevaarlijke stoffen via het *spoor* hebben voornamelijk betrekking op de goederenstations, met als belangrijkste Antwerpen en Merelbeke, waar de spoorketelwagens gerangeerd worden, en op de trajecten door dichtbevolkte centra. De belangrijkste risico's worden veroorzaakt door het vervoer van brandstoffen (1 400 000 ton per jaar), LPG (600 000 ton per jaar) en allerhande chemische stoffen (470 000 ton per jaar).

De risico's verbonden met het transport van gevaarlijke produkten via de *water*wegen zijn bijzonder vanwege de hoeveelheden tot meer dan 1 000 ton die per transporteenheid vervoerd worden, de verspreidbaarheid van gevaarlijke stoffen via het water evenals de kwetsbaarheid van het betrokken milieu.

Personenvervoer

De risico's van het *wegverkeer* zijn kwantitatief aangegeven in 1.1. Ongevallen bij *vervoer* van personen per spoor, over het *water* of in de *lucht* komen minder vaak voor, maar kunnen een groot aantal slachtoffers maken, zoals bij het kapseizen van de ferry Herald of Free Enterprise voor Zeebrugge is gebleken.

Een speciaal onderwerp zijn luchthavens. De grootte van de risico's is onder andere afhankelijk van het aantal vliegbewegingen en landingsbanen, het type van de vliegtuigen, de lading aan boord en de bevolkingsdichtheid rondom de luchthaven. Het aantal vliegbewegingen in 1988 bedroeg voor Zaventem 161 004, voor Oostende 63 748 en voor Deurne 43 521.

4.5 | Infrastructuren

De belangrijkste pijpleidingen in Vlaanderen zijn voor ethyleen (285 km), petroleumgassen (280 km), raffinaat (210 km), zuurstof (360 km), waterstof (260 km), aardgas (2 000 km) en monovinylchloride (60 km). Bepaalde leidingen zijn binnen eenzelfde leidingenstraat gelegen.

Bij de aanleg van infrastructuren dient ook rekening gehouden te worden met ongewenste neveneffecten. Zo kan het ondergronds of bovengronds aanbrengen van een infrastructuur een belangrijke invloed hebben op het restrisico.
Een bijzonder probleem in een dichtbevolkt gebied als Vlaanderen is de vestiging en de uitbreiding van vliegvelden.

4.6 | Nucleaire installaties

Vlaanderen telt twee concentraties van nucleaire activiteit, namelijk Doel (kerncentrale) en Mol/Dessel (afvalverwerking en wetenschappelijk onderzoek) waar zich een zwaar ongeval met verspreiding van radioactieve stoffen zou kunnen voordoen. Buitenlandse risicoanalyses wijzen erop dat de nucleaire bijdrage tot het globale risico in Vlaanderen voornamelijk bepaald wordt door de Oosteuropese kerncentrales.

5 | Maatregelen

5.1 | Principe

Risicobeperking voor de omgeving kan verwezenlijkt worden via maatregelen die ofwel de kans van optreden vermindert, ofwel een vermindering van de te verwachten schade teweegbrengen, ofwel beide factoren doen afnemen.

Welke maatregelen precies getroffen moeten worden om - indien nodig - tot een aanvaardbaar restrisico te komen, is afhankelijk van de specifieke omstandigheden waarbinnen de activiteit(en) plaatsvinden. De effectiviteit van een maatregel kan enkel nagegaan worden door een kwantitatieve risico-analyse, waarin de basisoorzaak van de normoverschrijding blootgelegd wordt.

Een eerste perspectief is om tegen 2000 te kunnen beschikken over een kwantificatie van alle risicobronnen zodat de prioritaire knelpunten bekend zijn. Tegen 2010 moet de risicosanering volledig doorgevoerd zijn. Dit betekent concreet dat alle hinder beneden vastgestelde normen moet liggen of dat de maatregelen bekend moeten zijn om die hinder beneden de norm te brengen.

Het lijkt hierbij aangewezen een dubbele benadering te volgen:

- voor nieuwe activiteiten: onmiddellijk en onvoorwaardelijk de normen doen naleven;
- voor bestaande activiteiten: bij het vervallen van vergunningen en/of volgens vastgelegde tijdsschema's.

5.2 | Vermindering van de kans van optreden van de ongewenste gebeurtenis

Tabel 2 geeft een overzicht van de procesgeïntegreerde maatregelen die de kans op een ongewenste gebeurtenis kunnen verminderen en de doelgroep waarop de maatregel van toepassing is.

Tabel 2: Kansbeperkende veiligheidsmaatregelen.

Type	Maatregel	Doelgroep
Planologisch	Lay-out van de installatie / veiligheidsafstanden	Energiesector, Chemische en andere nijverheden
	Transportmodi	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer
Structureel preventief	Beperken van het aantal risicovolle handelingen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer
Technisch passief	Conservatief ontwerp	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer, Infrastructuren
	Snelheidsbegrenzer	Bevolking, Verkeer en vervoer
Technisch actief	Betrouwbare bedrijfsuitrusting	Energiesector, Chemische en andere nijverheden

Organisatorisch	Risicovoorlichting en -educatie	Bevolking
	Veiligheidsbeheerssysteem met	Energiesector,
	o.a.• opleiding van personeel	Chemische en andere nijverheden,
	• onderhoud en inspectie	Verkeer en vervoer

5.3 | Vermindering van de omvang van de te verwachten schade

Tabel 3 geeft de maatregelen die de omvang van de te verwachten schade bij een ongeluk kunnen verminderen en geeft de doelgroep waarop de maatregel van toepassing is.

Tabel 3: Maatregelen om de omvang van de schade te beperken.

Type	Maatregel	Doelgroep
Planologisch	Zonering / veiligheidsafstanden	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer, Infrastructuren
	Transportroutes	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer, Infrastructuren
Structureel preventief	Uitschakelen van risicobronnen	Bevolking, Energiesector, Chemische en andere nijverheden
	Hoeveelheidsbeperking gevaarlijke stoffen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer
	Beperking van het aantal passagiers	Verkeer en vervoer
Technisch passief	Bouwkundige voorzieningen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Infrastructuur
	Compartimentering van gevaarlijke stoffen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden
	Opvangsystemen voor gevaarlijke stoffen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden
Technisch actief	Noodstroomvoorzieningen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden
	Drukontlastingssystemen	Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer
	Blussystemen	Bevolking, Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer
Organisatorisch	Noodplanning	Bevolking, Energiesector, Chemische en andere nijverheden, Verkeer en vervoer

5.4 | Vermindering van de kans van optreden en van de schadeomvang

Maatregelen die inwerken op beide risicofactoren bieden vanzelfsprekend een dubbel voordeel, maar vereisen een geïntegreerde aanpak. Het globaal basisconcept en de proceskeuze van *nieuwe* installaties vallen hieronder. Een ander voorbeeld is het naast elkaar vestigen van grondstofproducenten en de belangrijkste verbruikers om het transport over lange afstand te vermijden.

Een betere informatie over en valorisatie van de reeds *bestaande* veiligheidsrichtlijnen en codes van goede praktijk zullen eveneens kans- en gevolgbeperkend werken. Aansluitend is er een doorgedreven constructieve samenwerking en afstemming noodzakelijk tussen de overheid en de industrie bij de totstandkoming van *nieuwe* richtlijnen, waarin de milieu- en veiligheidsaspecten geïntegreerd worden aangepakt.

Specifieke Terminologie

Risico-existentie: het werkelijk aanwezig zijn van een risico.

Risico-beleving: het persoonlijk aanvoelen van een risico.

Risico-acceptatie: de aanvaarding van een risico.

Individueel risico: het product van het aantal malen dat een milieuverstoring zich voordoet per jaar, met het nadelig effect dat een levend wezen ondervindt als gevolg van blootstelling aan de verstoring.

Groepsrisico: het risico waarbij in één keer een groep levende wezens het slachtoffer is van eenzelfde ongewenste gebeurtenis.

Collectief risico: het risico dat een ecosysteem een bepaald nadelig effect ondervindt ten gevolge van een blootstelling aan een verstoring.

Verwachtingswaarde: de verwachte globale schade per jaar tengevolge van ongewenste gebeurtenissen verbonden aan een bepaalde activiteit.

Kwantitatief risico: de berekende schade gecombineerd met de kans waarmee deze schade optreedt.

Individueel risico contour (IRC): lijn die punten verbindt met gelijk individueel plaatsrisico.

Risico: De gelijktijdige aanwezigheid van verschillende factoren die met een bepaalde waarschijnlijkheid aanleiding kunnen geven tot een plotselinge ongewenste gebeurtenis, waarbij er ernstige schade optreedt voor levende wezens of hun leefmilieu of waardoor de goede werking van hun samenleving in het gedrang komt.

fN-curve: het overschreden aantal slachtoffers (N) in functie van de cumulatieve frequentie per jaar van alle gebeurtenissen die N of meer slachtoffers veroorzaken.

Referenties

1 Technica, Guidelines on Industrial Safety and Risk Management for United Nations Industrial Development Organisation (UNIDO), UNIDO, 1991.

2 Mc. Cormick N.J., Reliability and Risk Analysis, Academic Press Inc., Orlando, 1981.

3 Parfitt J.P., Societal Risk Estimates from Historical Data for the United Kingdom and World-wide Events, SRDA-R5, UKAEA, Culcheth, 1992.

4 Center for Chemical Process Safety (CCPS), Guidelines for chemical process quantitative risk analysis, American Institute of Chemical Engineers (AICHE), New York, 1989.

5 Kletz, The application of Hazard Analysis to Risks to the Public at large, World Congress of Chemical Engineering, Amsterdam, 1976.

6 Crooks E., A review of major incidents and their consequences, *Loss Prevention Bulletin, nr 115*, februari 1994.

7 Health and Safety Executive (HSE), Risk criteria for land-use planning in the vicinity of major industrial hazards, Her Majesty's Stationary Office (HMSO), London, 1989.

8 Ministerie VROM, Evaluatie van de externe Veiligheidsrapportage, Publicatie 1992/3, juli 1992.

9 Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 1993-1994, Risicobenadering in het milieubeleid, 22666, nr 3, Den Haag, 1993.

10 Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vergaderjaar 1988-1989, Notitie omgaan met risico's, Nationaal Milieubeleidsplan, 21137, nr 5, Den Haag, 1989.

Begeleiders

J. Clerinx, SIREV-FCN

H. De Wel, AMINAL

P. Schreurs, IWT

G. Wouters, VITO

III.10B Hinder: niet-ioniserende straling

L. Martens, Vakgroep Informatietechnologie, RUG
L. Verschaeve, A. Maes, Afdeling Leefmilieu, VITO
C. De Wagter, Vakgroep Radiotherapie en Kerngeneeskunde, RUG

1 | Beschrijving van het thema

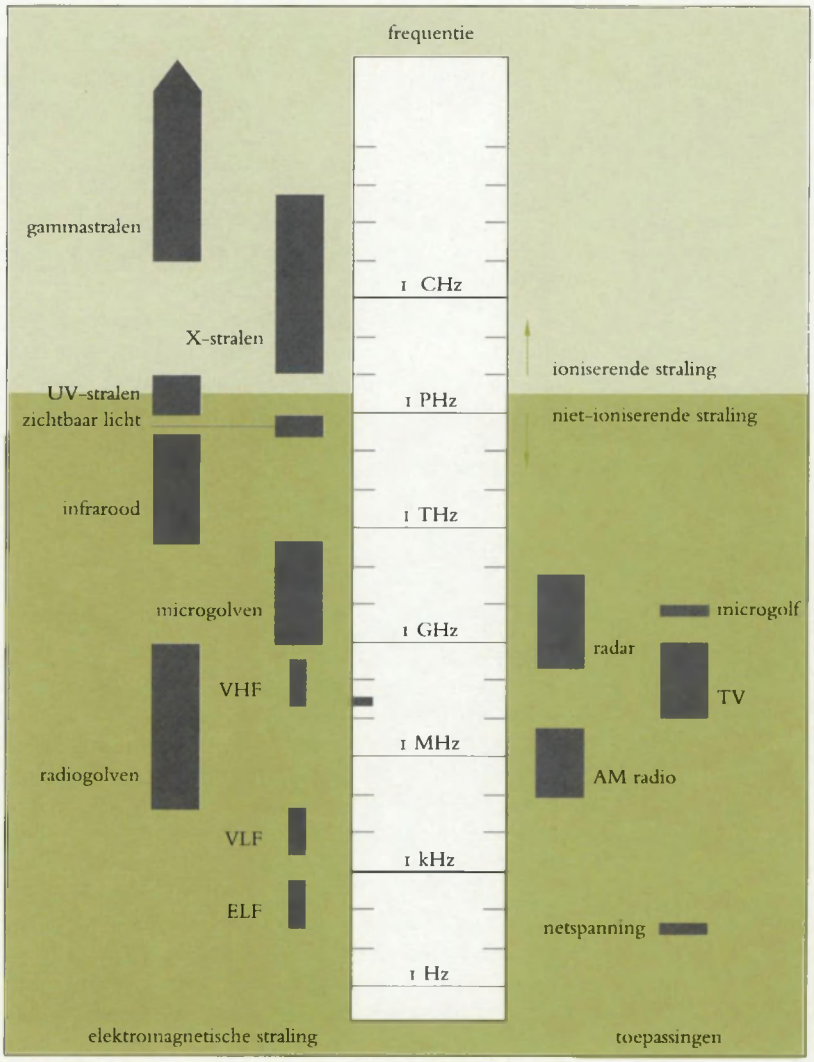
1.1 | Niet-ioniserende straling

Basisbegrippen

Rond elke elektrische lading in rust heerst er een *elektrisch veld* gekarakteriseerd door de elektrische veldsterkte E (V/m). Via dit elektrisch veld kan deze lading een elektrische kracht uitoefenen op andere geladen deeltjes op een afstand van de lading. Beweegt de elektrische lading, dan ontstaat er tevens een *magnetisch veld* met een veldsterkte H (A/m). Men spreekt respectievelijk van een elektromagnetisch veld en een elektromagnetische kracht. Ondergaat de elektrische lading een versnelling, dan zal dit elektromagnetisch veld zich voortplanten en ontstaan er *elektromagnetische golven* (EM-golven). Het voortplantingseffect ontstaat doordat elk veranderend elektrisch veld een variërend magnetisch veld opwekt, dat op zijn beurt weer een elektrisch veld veroorzaakt, enz.. Als de elektromagnetische golven eenmaal gelanceerd zijn, gaan ze zich als zelfstandige verschijnselen gedragen en verspreiden ze zich vanuit de bron (of straler) (lichtsnelheid 300 000 km/s in vacuum). Een elektromagnetische golf kenmerkt zich door een *frequentie* f, die het aantal golven bepaalt dat per seconde een vast punt in de ruimte passeert. Een geladen deeltje in versnelling zendt als het ware zijn vermogen uit om kracht op andere geladen deeltjes uit te oefenen. Dit gaat gepaard met de uitstraling van elektromagnetische energie die gedragen wordt door de elektromagnetische golf: de *elektromagnetische straling*.

Het *elektromagnetisch frequentiespectrum* is een rangschikking van elektromagnetische straling naar frequentie (figuur 1). *Niet-ioniserende straling* is dat deel van het elektromagnetisch spectrum dat frequenties f kleiner dan ongeveer 3 PHz bezit. Straling met een frequentie groter dan 3 PHz noemt men *ioniserende* straling; deze straling is in staat moleculen te ioniseren. Hierbij ontstaan vrije radicalen die vitale delen van de biologische cel kunnen vernietigen.

Figuur 1: Het elektromagnetisch frequentiespectrum.



In dit rapport bespreken we vooral het *ultraviolet (UV) licht* (frequentie tussen 0,75 PHz en 75 PHz), de microgolven (frequentie tussen 300 MHz en 300 GHz) en de extreem-laagfreqente (ELF) velden (freqentie lager dan 3 kHz).

Intensiteit van niet-ioniserende elektromagnetische straling

In het elektromagnetisch veld rond een bron is er een onderscheid tussen:

- *Nabije-veld:* in een zone dichtbij de bron is het geometrisch en numeriek verband tussen het elektrisch en magnetisch veld bepaald door de bron zelf. Beide velden moeten afzonderlijk worden berekend of gemeten.
- *Verre-veld:* in de zone verder van de bron wordt het verband tussen het elektrisch en magnetisch veld bepaald door de ruimte waarin de golven zich voortplanten.

Verder zijn de volgende grootheden essentieel bij het bepalen van de elektromagnetische straling:

- *Stralingsfluxdichtheid p:* de hoeveelheid elektromagnetische energie die per tijdseenheid passeert door een oppervlakte-eenheid (W/m^2).
- *Elektrische stroomdichtheid J:* de elektrische stroom die door een oppervlakte-eenheid vloeit en bijvoorbeeld geïnduceerd wordt in biologische weefsels bij een invallend elektromagnetisch veld (A/m^2).
- *Elektrische contactstroom*: de totale elektrische stroom die door een lichaamsdeel vloeit bij contact met een elektrisch geleidend voorwerp (A).
- *Geabsorbeerd dosistempo per massa-eenheid SAR* (Specific Absorption Rate): de hoeveelheid elektromagnetische energie die per seconde en per eenheid massa wordt geabsorbeerd en (doorgaans volledig) omgezet wordt in warmte. De *SAR* is afhankelijk van de stralingsbron, het blootgestelde subject (of object) en de onderlinge configuratie (W/kg).

Densitometrie omvat de bepaling van de stralingsfluxdichtheid *p* in afwezigheid van blootgestelde personen en kenmerkt dus het ongestoorde elektromagnetisch veld in de vrije ruimte. *Dosimetrie* daarentegen bestaat uit de bepaling van de elektrische stroomdichtheid *J* (doorgaans bij ELF-velden) en het geabsorbeerd dosistempo per massa-eenheid *SAR* (doorgaans bij microgolven) in het menselijk lichaam of een antropomorf model (of 'fantoom' in vaktaal) dat dusdanig geconstrueerd en samengesteld is dat het in elektromagnetische zin de standaardmens simuleert.

1.2 | Mechanismen

We splitsen de mechanismen als volgt op:

- *Thermische* wisselwerking: wordt bepaald door de temperatuurstijging die ontstaat als gevolg van de absorptie van de elektromagnetische energie.
- *Niet-thermische* wisselwerking: treedt op bij *SAR*-waarden waarvan men aanneemt dat ze te laag zijn om een significante temperatuurstijging te bewerkstelligen. Over deze wisselwerking en de resulterende biologische gevolgen bestaan er in wetenschappelijke kringen nog heel wat controverses net als over het grensgebied met de thermische effecten. Wel staat vast dat veel van de gerapporteerde gevolgen omkeerbaar van aard zijn.

Deze twee wisselwerkingen worden nu verder voor de hier beschouwde klassen van niet-ioniserende straling besproken.

Extreem-laagfrequente velden

Bij velden met zeer kleine frequentie wordt de golfenergie niet of nauwelijks door het lichaam geabsorbeerd. Dit impliceert dat biologische gevolgen toegeschreven aan elektrische of magnetische ELF-velden *niet-thermisch* zullen zijn.

Verschillende werkingsmechanismen werden vooropgezet om de niet-thermische wisselwerking van ELF-velden met biologische weefsels te verklaren, zoals bijvoorbeeld de wijzigingen in de doorlaatbaarheid van celmembranen als gevolg van een louter elektrisch fenomeen. Hierdoor kan de normale uitwisseling van bestanddelen tussen de cel en haar omgeving in het gedrang komen.

Microgolven

De *thermische* wisselwerking vanwege de opname (absorptie) van elektromagnetische energie door biologische weefsels is ongetwijfeld de bekendste. De geabsorbeerde energie wordt omgezet in bewegingsenergie waardoor de temperatuur van het betrokken weefsel stijgt. De opname van energie door weefsels is afhankelijk van hun elektrische eigenschappen, die grotendeels door het watergehalte worden bepaald.

Ook de diversiteit in samenstelling van de verschillende weefsels en organen speelt een belangrijke rol. Bovendien daalt de indringdiepte van een elektromagnetische golf als de frequentie toeneemt.

Naast thermische wisselwerkingen zijn er ook *niet-thermische* mogelijk. De gevolgen hiervan kunnen uitsluitend fysiologisch en omkeerbaar zijn, en kunnen ook tot ziekteverschijnselen leiden.

Er bestaan een aantal hypothesen die de wisselwerking tussen radio- en microgolven en biologische weefsels pogen te verklaren. Zo zou de viscositeit van inter- of intracellulair water veranderd kunnen worden, wat sommige stofwisselingsprocessen kan verstoren. Ook kunnen vele weefsels de elektromagnetische velden beïnvloeden die verantwoordelijk zijn voor het opwekken van nieuwe impulsen en celstimulaties. Sommige hypothesen gelden voor alle vormen van niet-ioniserende straling (zie ook ELF-mechanismen).

UV-straling

UV-stralen bevinden zich op de grens tussen ioniserende en niet-ioniserende stralen. Hun gevolg kan naar gelang de golflengte (UV-A, UV-B of UV-C) of naargelang de intensiteit verschillen en kan voor een deel aan ionisaties te wijten zijn.

Ozon kan gevormd worden door bestraling van moleculaire zuurstof met korte-golf UV-stralen. Dit ozon is zeer giftig: het is één van de sterkst oxyderende stoffen die we kennen. Dit betekent dat ozon de cellen aan het lichaamsoppervlak (ogen en longweefsel) sterk kan beschadigen. In normale omstandigheden is de aanwezigheid van ozon wel gemakkelijk te constateren aangezien concentraties rond 0,01-0,02 ppm al geroken kunnen worden. Vermoeidheid en gewenning bij arbeiders kunnen echter tot onvoorzichtigheid leiden.

Lasers

Bij lasers zijn thermische wisselwerkingen veruit de belangrijkste.

1.3 | Verbanden met andere thema's

Hoewel op dit ogenblik de gevolgen van UV-straling redelijk onder controle kunnen worden gehouden (door bijvoorbeeld excessieve blootstelling aan UV-bronnen te vermijden) zorgen de aantasting van de ozonlaag (zie III.1B) en de fotochemische luchtverontreiniging (zie III.2B) voor toenemende risico's.

De hoeveelheid verschillende vervuilende stoffen of schadelijke factoren waaraan het organisme wordt blootgesteld, zullen samen met een aantal andere factoren (bv. erfelijkheid) de wisselwerking met biologische weefsels bepalen. Het is dus niet verwonderlijk dat de invloed van elektromagnetische golven gekoppeld kan zijn aan andere milieuinvloeden. Zo treden allergische reacties met UV-bestraling op wanneer er bepaalde stoffen in de huid aanwezig zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij antibiotica, zoetstoffen, cosmetica of schimmelwerende stoffen in zepen. Ook kan het schadelijk gevolg van chemische (of fysische) stoffen bij blootstelling aan elektromagnetische velden onder bepaalde voorwaarden groter zijn[1] (zie III.4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen).

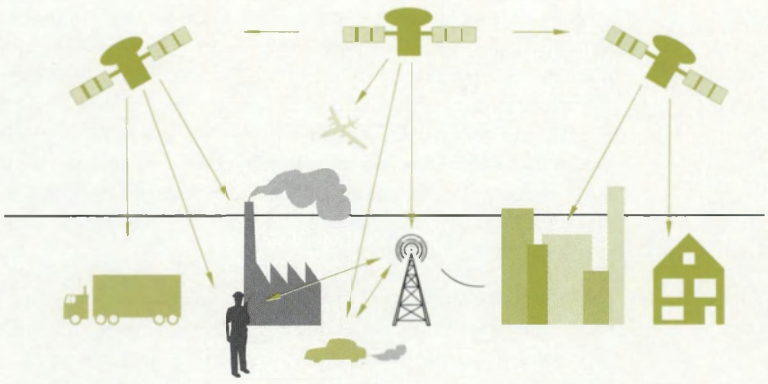
1.4 | Gebruik van niet-ioniserende straling

Telecommunicatie

Sinds de jaren '80 is de telecommunicatie zeer snel gegroeid. De telefooncentrales werden gedigitaliseerd, de informatiedebieten stegen enorm. Lokale, regionale en internationale computernetwerken werden ingevoerd. In het laatste decennium van

deze eeuw zal er een sterke groei zijn van draadloze netwerken. Figuur 2 toont de mogelijkheden van draadloze communicatie tussen de mens, satellieten, auto-, vracht-en luchtverkeer, enz..

Figuur 2: Draadloze communicatie.



Begin 1994 werd het digitale mobiele netwerk (GSM) in België operationeel gemaakt. Tegen 1996 zal het GSM-netwerk België volledig bedekken. Het aantal gebruikers schat men dan op 300 000. Prognoses verder dan 1996 zijn niet bekend. De omgeving zal dus meer en meer 'belast' worden met elektromagnetische straling. Deze straling heeft niet alleen invloed op de werking van elektrische apparaten maar kan ook gevolgen hebben voor de gezondheid van de mens.

Elektrische energieproduktie en -transport (150 kV tot 380 kV)

Eind 1992 bedroeg de lengte van het hoogspanningsnet in België 3 268 km; 96 % van het netwerk ligt boven de grond en 4 % onder de grond. Tabel 3 geeft de verdeling per categorie. Waarschijnlijk zal het elektriciteitsverbruik in de komende jaren nog verder toenemen.

Microgolven voor vermogenstoepassingen

Naast de telecommunicatie zijn er ook thermische toepassingen waarbij de elektromagnetische golf de drager is van energie. Deze toepassingen zijn: het drogen, koken, steriliseren, pasteuriseren en vulcaniseren. Industriële realisaties vereisen grote investeringen en kenden slechts een beperkte ontwikkeling. De verkoop van microgolfovens voor huishoudtoepassingen steeg enorm in de jaren '80 vanwege de sterke prijsdaling van de toestellen.

UV-straling en lasers

De opkomst van zonnebanken en van lasershows heeft de blootstelling van de mens aan UV- en laserstraling doen toenemen.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Gevolgen

Onze moderne leefwereld is ondenkbaar zonder elektrische en magnetische energie. Niet-ioniserende straling kan zowel gunstige als ongunstige gevolgen hebben voor levende organismen en het milieu. Er bestaat een grote onenigheid over de mogelijke schadelijke gevolgen. De controverse hierover heeft vaak te maken met het feit dat golven van verschillende frequenties héél verschillende gevolgen kunnen hebben. Toch maken het publiek en de beleidsmensen niet altijd een onderscheid. Resultaten van het ene onderzoek zijn soms in strijd met die van andere onderzoeksgroepen omdat de onderzochte steekproef of de statistische analyse niet altijd goed gekozen was, omdat verkeerde eindpunten werden onderzocht of ook verschillende accenten werden gelegd of verkeerde conclusies werden getrokken[2]. Deze bron van verwarring leidt vaak tot ongeloof of ongerustheid.

De studie van Wertheimer en Leeper[3] legde een verband tussen bepaalde vormen van kanker bij kinderen die in de buurt van hoogspanningslijnen leven. Sinsdien zijn er verschillende gelijkaardige studies verschenen, soms met tegengesteld resultaat. In de meeste studies wordt hoofdzakelijk leukemie bestudeerd. Leukemie is echter niet één ziekte maar een verzamelnaam voor verschillende ziektes die soms weinig met elkaar te maken hebben.

Sommige chemische stoffen versterken de gevolgen van niet-ioniserende straling, wat kan verklaren waarom de ene persoon geen hinder ondervindt van een bepaalde blootstelling terwijl een ander persoon wel hinder ondervindt. Ook zijn er sterke aanwijzingen dat sommige mensen hypergevoelig zijn voor bepaalde elektromagnetische golven. Dergelijke 'elektromagnetische hypergevoeligheid' zou optreden bij ongeveer 1 individu op 1 000. Aangezien de verbanden die gelegd worden tussen het optreden van sommige vormen van kanker en de blootstelling aan elektromagnetische velden te maken hebben met slechts één extra kankergeval per paar honderdduizend mensen, maakt het wel degelijk een verschil of zulke hypergevoelige personen al dan niet in de test of in de controlepopulatie zijn opgenomen. Een recente epidemiologische studie in Zweden legt een verband tussen beroepsblootstelling aan ELF-golven of het wonen in de omgeving van hoogspanningslijnen en sommige vormen van kanker[4]. Een Deense studie suggereerde eveneens een verband tussen het wonen in de nabijheid van hoogspanningslijnen en kanker bij kinderen. Indien dit waar is, zal er per vijf jaar één kind meer kanker krijgen in Denemarken. Dat is over de gehele bevolking bijzonder weinig, maar voor de weinige kinderen die in de buurt van zulke hoogspanningslijnen wonen, maakt het wel veel verschil uit als deze resultaten worden bevestigd. Het is duidelijk dat de controverse nog groot is. Toch kunnen niet alle bevindingen van ongunstige gevolgen zomaar worden genegeerd.

Extreem-laagfrequente velden

Dat ELF-velden biologische gevolgen kunnen hebben onder bepaalde omstandigheden blijkt uit diverse medische toepassingen. De biologische gevolgen werden zoals voor microgolven en radiogolven in nagenoeg alle onderzoeksdomeinen waargenomen (tabel 1). Blootstelling aan ELF-velden kan bijvoorbeeld gevolgen aan het lichaamsoppervlak veroorzaken die verband houden met de stimulatie van zintuigen (oprijzen van de haren, eventueel rechtstreekse zenuwstimulatie).

Tabel 1: Domeinen waarin biologische gevolgen van extreem-laagfrequente velden en radiogolven/microgolven werden beschreven (maar niet noodzakelijk als bewezen werden aanvaard).

	Extreem-laagfrequente velden	Radio- en microgolven
Veranderingen ter hoogte van het centraal zenuwstelsel en de bloed-hersen barrière	+	+
Veranderingen ter hoogte van (neuro)endocriene systemen	+	+
Gedragswijzigingen	+	+
Veranderingen ter hoogte van het cardiovasculair en cerebrovasculair systeem	+	+
Erfelijke afwijkingen en kanker	+	+
Hematologische veranderingen (bloedspiegel enz.)	+	+
Gehooreffecten	-	+
Cataract (staar)	-	+
Misvormingen van de vrucht	+	+
Groei- en ontwikkelingsstoornissen	+	+
Subtiele fysiologische veranderingen	+	+
Afwijkingen in de afweer tegen ziektekiemen	+	+
Thermoregulatiestoornissen	-	+
Stofwisselingsstoornissen	+	+
Veranderingen in de doorlaatbaarheid van celmembranen	+	+
Stimulatie van beendergroei en -herstel	+	-

De mogelijke gevolgen zouden kunnen afhangen van de veldkarakteristieken zoals intensiteit, frequentie en harmonischen. De resultaten van de studies hebben tot op heden geen uitsluitsel kunnen geven. Dit geldt ook voor de klachten van boeren die bij vee dat onder hoogspanningslijnen graasde, symptomen meenden waar te nemen zoals een verhoogd sterftecijfer en verminderde vlees- en melkproduktie. Uitvoerige experimenten hebben nooit enig gevolg van de velden van hoogspanningsleidingen voor planten kunnen aantonen. De enige biologische gevolgen die niet ter discussie staan, zijn waargenomen bij bijen. Wanneer een bijenkorf dicht bij een sterk elektrisch veld staat, is het gedrag van deze dieren totaal abnormaal. Over het algemeen is het plaatsen van een eenvoudig geaard metalen scherm voldoende om de normale toestand te herstellen.

Microgolven

Tabel 1 geeft een overzicht van de domeinen waarin biologische gevolgen aan microgolven (en radiogolven) werden toegeschreven. Er zijn voor talrijke biologische systemen gevolgen waargenomen. Andere rapporten ontkennen deze gevolgen waardoor de situatie vaak nog heel onzeker is. De proeven werden ook meestal gedaan bij laboratoriumdieren. Studies bij de mens zijn schaars en vaak ontoereikend vanwege onder andere het beperkt aantal waarnemingen, het gebrek aan een goede dosimetrie, onvoldoende inzicht in de invloed van andere fysische of chemische factoren en het gebrek aan goede controlepopulaties. Dit geldt trouwens voor alle andere soorten van niet-ioniserende stralen. Een groot probleem is ook de interpretatie van subjectieve klachten. Deze klachten zijn hoofdpijn, duizeligheid, verhoogde prikkelbaarheid, algemene vermoeidheid, algemeen verslechterde gezondheidstoestand, enz.. Als deze klachten daadwerkelijk veroorzaakt zijn door microgolven (en eventuele andere elektromagnetische golven), gaat het haast zeker om niet-thermische gevolgen.

UV-straling

Er kunnen acute of chronische gevolgen optreden. Die beperken zich echter steeds tot de huid of de ogen aangezien de stralen volledig door de huid worden geabsorbeerd.

Acute gevolgen op niveau van de huid zijn huidverdikking, pigmentatie, vitamine-D-vorming en overgevoeligheidsreacties. Pigmentatie en huidverdikking zijn eigenlijk 'maatregelen' die door het organisme worden genomen om zich te beschermen tegen nefaste invloeden van UV-straling. Vitamine-D-vorming is overigens onontbeerlijk voor de normale ontwikkeling van het individu. Is de 'stralingsdosis' echter te groot dan treedt huidverbranding op, wellicht het bekendste acute gevolg van UV-straling. Van de drie soorten UV-stralen worden UV-A stralen (frequentie 0,75 PHz - 0,94 PHz) als de minst gevaarlijke beschouwd. Toch kunnen zij bij jarenlange blootstelling fotochemische staar (cataract) veroorzaken en samen met bepaalde chemische stoffen tot fotoallergie en fototoxiciteit leiden. Op niveau van de ogen kunnen UV-B (frequentie 0,94 PHz - 1 PHz) en UV-C (frequentie 1 PHz - 3 PHz) reeds bij vrij korte blootstelling voor oogbindvlies- en hoornvliesontsteking verantwoordelijk zijn (bv. 'sneeuwblindheid', 'lasogen').

Chronische gevolgen van UV-B en UV-C zijn huidveroudering, huidkanker en staarvorming (cataract). Hier moet bijzondere aandacht gevestigd worden op het gebruik van allerlei types van zonnelampen en -hemels waarvan de meeste schadelijke UV-B en UV-C stralen produceren. UV-C stralen zijn het schadelijkst.

Lasers

Lasers vertegenwoordigen op dit ogenblik geen groot gevaar voor de algemene bevolking. De eigenlijke stralingsrisico's blijven beperkt tot de ogen en zijn afhankelijk van de freqentie en van de blootstellingsduur. Ongevallen met lasers zijn zeldzaam en ze beperken zich doorgaans tot de beroepsbevolking.

2.2 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Bij ioniserende straling zijn de normen vooral gebaseerd op in-de-tijd gecumuleerde grootheden zoals geabsorbeerde dosis. Bij niet-ioniserende straling beogen de normen eerder een beperking van ogenblikkelijke grootheden, zoals elektrische en magnetische veldsterkte of geabsorbeerd dosistempo per massa-eenheid (SAR). Ook hier bespreken we vooral de *microgolven* en de *extreem-laagfrequente velden*. Er bestaan ook normen voor *UV-licht*[5]. Er dient een onderscheid te worden gemaakt tussen emissie- en blootstellingsnormen.

Emissienormen

Emissienormen leggen limieten op aan de maximale lekstraling die mag worden uitgezonden door toestellen. Een aantal van deze emissie-standaarden hebben kracht van wet. Dit is bijvoorbeeld het geval voor microgolfovens. De standaard voor België (overgenomen uit de VS) luidt:

- vóór verkoop: $p \leq 1$ mW/cm² op 5 cm afstand;
- na verkoop: $p \leq 5$ mW/cm² op 5 cm afstand.

Dit wordt telkens gemeten met een standaardbelasting in de oven.

Een andere emissienorm is vastgelegd in het Ministerieel Besluit van 20.04.1988 en legt aan nieuwe elektrische ELF-installaties een limietwaarde op voor een ongestoord elektrisch veld opgewekt in een ongestoord regime. De elektrische veldsterkte mag maximaal 5 kV/m in de woonzones of daartoe bestemde zones bedragen en 7 kV/m boven de wegen en 10 kV/m op andere plaatsen. Ditzelfde besluit stelt ook voor-

waarden voor de aarding van geïsoleerd opgestelde geleidende delen in aanwezigheid van een elektrisch veld (ontladingsstroom van 1 mA in permanent regime).

Blootstellingsnormen

De blootstellingsnormen leggen maximumlimieten op voor de intensiteit van niet-ioniserende straling waaraan personen onder gegeven omstandigheden blootgesteld mogen zijn. Ze zijn tot stand gekomen als een consensus en hebben (nog) geen echt wettelijk karakter. Ze dienen momenteel vooral als *richtlijnen* voor controle-organismen.

Bij het opstellen van blootstellingsnormen gaat men uit van *basisbeperkingen*. Dit zijn beperkingen in *dosimetrische* grootheden die in een vrij direct verband staan met biologische gevolgen: *stroomdichtheid, contactstroom* en *SAR*. Er is een onderscheid tussen:

- Blootstellingsnormen op basis van *densitometrische* grootheden:
  a. *Elektrische* en *magnetische veldsterkte*, meestal gebruikt voor extreem-laagfrequente velden;
  b. *Stralingsfluxdichtheid p*, meestal gebruikt voor microgolven.
  Deze normen leggen beperkingen op aan de stralingsbronnen en kenmerken hun omgeving. De stap van de basisbeperkingen naar deze densitometrische normen is niet evident. Er wordt gebruik gemaakt van meetgegevens die verkregen zijn bij menselijke modellen, en van elektromagnetische en thermische computermodellen.
- Blootstellingsnormen op basis van *dosimetrische* grootheden:
  a. De stroomdichtheid of contactstroom voor ELF-velden;
  b. Het *geabsorbeerde dosistempo SAR* voor microgolven.

Extreem-laagfrequente velden. Hier zijn de geïnduceerde elektrische stromen bepalend. De gemiddelde stroomdichtheden die in het menselijk lichaam vloeien door elektrische activiteiten in de hersenen en in het hart bedragen 1 tot 10 mA/m². Biologische gevolgen zijn goed gedocumenteerd in het gebied 10-100 mA/m².
Stroomdichtheden groter dan 100 mA/m² overtreffen de drempels voor zenuw- en spiercellen.

Op grond van de basisbeperkingen voor de stroomdichtheden en contactstromen stelde het International Radiation Protection Association (IRPA) in 1990 blootstellingslimieten voorop voor 50/60-Hz elektrische en magnetische velden (tabel 2).

Tabel 2: Blootstellingsnormen voor elektrische en magnetische 50/60 Hz velden.

Soort blootstelling	Elektrische veldsterkte (kV/m)	Magnetische veldsterkte (A/m)
Beroepshalve		
• gehele werkdag	10	398
• korte termijn	30	3 980
• ledematen		1 990
Algemeen publiek		
• tot 24 u/dag	5	80
• enkele uren/dag	10	796

Bron: IRPA, 1990[6].

Radio- en microgolven. Bij het opstellen van normen is het steeds de belangrijkste bedoeling in de Westerse wereld geweest thermische wisselwerkingen te voorkomen. Een Amerikaanse densitometrische standaard van het American National Standards Institute (ANSI) van het jaar 1950 voor continue en totale-lichaamsblootstelling bepaalde: $p \leq 10$ mW/cm². De Sovjetstandaard luidde: $p \leq 10$ mW/cm². Dit verschil met een factor 1 000 is het onderwerp geweest van vele wetenschappelijke discussies

en is gedeeltelijk te verklaren door het feit dat de Sovjet-geleerden steeds rekening hebben gehouden met eventuele niet-thermische wisselwerkingen.

In 1982 werd de ANSI C95.1-1982-standaard gepubliceerd[7]. Deze standaard beschouwt langdurige continue blootstelling van het totale lichaam aan niet-ioniserende straling met een frequentiebereik van 300 kHz tot 100 GHz. In *nabije-veld* situaties dienen de elektrische en magnetische veldsterktes afzonderlijk te worden geëvalueerd. De standaard vertoont drie niveaus:

- Frequentiegebied I (0,3 - 30 MHz): p = 100 mW/cm². In dit gebied dringen de elektrische velden praktisch niet binnen in het lichaam en zijn de magnetische velden te laagfrequent om belangrijke elektrische stroomdichtheden te genereren;
- Frequentiegebied II (30 - 1500 MHz) : p = 1 mW/cm². De norm is hier strenger door de mogelijkheid van elektromagnetische resonanties in het lichaam of lichaamsdelen;
- Frequentiegebied III (1500 - 100 000 MHz) : p = 5 mW/cm². De dieptewerking van deze niet-ioniserende straling in het menselijk lichaam is hier beperkt in vergelijking met gebied II (enkele mm tot enkele cm).

In de VS volgde er in 1991 de IEEE C95.1-1991 standaard[8]. Hierin werd het frequentiegebied uitgebreid en een groot aantal verfijningen ingebouwd, zoals het onderscheid tussen blootstelling in gecontroleerde en in niet-gecontroleerde zones. Toch bleven de beschreven onderliggende principes gelden.

In Duitsland werden er DIN/VDE-normen vooropgesteld. In Groot-Brittannië publiceerde het NRPB de 'Restrictions on Human Exposure to Static and Time Varying Electromagnetic Fields and Radiation'. Oostenrijk hanteert zijn Önorm-normen. België heeft voorlopig geen normen. Het Europese standaardisatie-instituut CENELEC heeft de werkgroep TC 111 opgericht voor de Europese uniformering van de normen. De werkgroep zal dit jaar het voorstel afwerken.

3 | Bronnen en oorzaken

De produktie, de verdeling en het gebruik van elektrische energie is sterk verbreid in de huishoudens, de industrie en de transport- en communicatiesector. De volgende lijst met toepassingen van elektromagnetische energie illustreert dit:

Extreem-laagfrequente velden:

- hoogspanningsleidingen en -transformatoren;
- elektrische motoren en generatoren;
- tractiesystemen (bv. trein);
- elektrische apparatuur voor keuken- en huishoudtoepassingen (o.a. haardrogers, elektrisch vuur, inductie- en vitrokeramische fornuizen, scheerapparaten, televisies);
- booglasapparatuur;
- computers en beeldschermen.

Radiofrequente straling:

- RF-verwarmers;
- medische apparatuur.

Microgolven:

- microgolfovens;
- apparatuur voor telecommunicatie (RADAR, radio- en TV-zenders, draadloze communicatie);
- medische apparatuur (hyperthermie).

Ultraviolet licht:

- zonnebanken;
- halogeenlampen;
- UV-verharders.

Lasers:

- medische lasers;
- lasers voor lasershows;
- CO_2-lasers voor snijden van harde materialen.

3.1 | Hoogspanningsleidingen

Het transport van energie gebeurt in België via een driefasig wisselstroomnet met een frequentie van 50 Hz. Tabel 3 beschrijft de drie soorten netten met hun functie en spanning. De cijfers betreffen de geografische lengten opgenomen op het terrein zonder rekening te houden met het aantal draadstellen.

Tabel 3: Soorten elektriciteitsnetten en hun eigenschappen (België, 1992).

Soort	Spanningen	Bovengrondse lijnen (in km)	Ondergrondse kabels (in km)
Transport- en koppelnet	380 kV	854	-
	220 kV	266	-
	150 kV	2 023	125
Verdeelnet	70 kV	2 847	127
	36 kV	114	1 950
	30 kV en minder	12 305	41 840
Distributienet	15 kV	18 409	44 042
	220 V		
	220/380 V		

Bron: Statistisch jaarboek 1992, Bedrijfsfederatie der voortbrengers en verdelers van elektriciteit in België.

Uit veiligheidsoverwegingen is er een minimale afstand van de draden tot de grond vastgelegd. Voor de belangrijkste hoogspanningslijnen 380 kV, 220 kV en 150 kV bedraagt die respectievelijk 9,3; 7,7 en 7,0 m. De spanningen en stromen op de leidingen veroorzaken een elektrisch en een magnetisch veld. Men berekent dat onder het laagste punt van een lijn op 1,5 m boven de grond de *elektrische veldsterkte* maximaal 7 kV/m is voor een 380 kV lijn en 3 kV/m voor een 150 kV lijn. In transformatorstations zijn er veldsterkten tot wel 15 kV/m waargenomen. Het *magnetisch veld* wordt veroorzaakt door de stromen die variëren met de belasting van de lijnen. Uit de berekening voor een realistische configuratie blijkt dat de magnetische veldsterkte 16 A/m voor een 150 kV lijn en 28 A/m voor een 380 kV lijn kan bedragen[9].

De waarden zijn berekend voor de ongestoorde velden op 1,5 m boven de grond. De aanwezigheid van personen en objecten kan de velden sterk beïnvloeden. Vandaar dat er op sommige hoogten hogere veldwaarden gemeten kunnen worden. Aangezien arbeiders van de elektriciteitsmaatschappij bij het werken in transformatieposten en bij reparatie van hoogspanningslijnen veel dichter bij de bron komen dan mensen die in de buurt van hoogspaningslijnen wonen, zullen de arbeiders aan veel hogere veldsterktes worden blootgesteld. De duur van blootstelling is echter ook belangrijk.

3.2 | Elektrische extreem-laagfrequente apparaten

Tot de ELF-apparatuur behoren de elektrische huishoudtoestellen die *elektrische* velden op 30 cm afstand produceren met een amplitude van 1/100 van de maximum waarden bij de hoogspanningslijnen. De *magnetische* veldsterkte op 30 cm afstand van ELF-apparatuur heeft wel sterkten die vergelijkbaar zijn met de gemeten waarden bij hoogspanningslijnen. Op 1 m afstand zijn de waarden echter al heel laag (kleiner dan 0,8 A/m). Hier willen we ook wijzen op de nieuwe inductiefornuizen waarmee sneller en zuiniger gekookt kan worden. Het principe van deze fornuizen is gebaseerd op de inductie van wervelstromen in kookpotten van materiaal met een hoge permeabiliteit (bv. roestvrij staal)[10]. De sterkte van de velden veroorzaakt door de voeding en in het lage kHz frequentiegebied zijn kleiner dan 1 A/m op afstanden groter dan 0,5 m. Dichtbij het fornuis (0,1 m afstand) werden waarden gevonden tot ongeveer 10 A/m .

Naast deze apparatuur is er ook nog ELF-apparatuur in de industrie (voor buigen, lassen van metalen kabels, enz.). De magnetische velden kunnen hier veel sterker zijn dan die van de magneetvelden onder de hoogspanningskabels. Daarom mag in verband met arbeidsgezondheid deze sector niet verwaarloosd worden.

3.3 | GSM-Mobilofonie

GSM staat voor 'Global System for Mobile Communication'. Het systeem is essentieel verschillend van de bestaande mobiele telefonie door de digitalisering van het signaal. Vernieuwend is ook het feit dat het in de nabije toekomst mogelijk moet worden de mobiele telefoons over geheel Europa te gebruiken.

GSM maakt gebruik van de 900 MHz band (meer bepaald de frequentieband 890-960 MHz). De communicatie wordt draadloos tot stand gebracht tussen de draagbare telefoon en het meest nabije basisstation met zend- en ontvangstmast. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de traditionele transmissiekanalen (kabelverbinding).

Draagbare telefoon

Voor draagbaar gebruik is een 2 W zaktelefoon op de markt gebracht terwijl er voor vast gebruik in de auto een 8 W telefoon bestaat. De opgegeven vermogens zijn maximale zendvermogens. Bij het tot stand komen van een verbinding kiest het GSM-toestel voor een zo laag mogelijk zendvermogen waarbij nog goede communicatie mogelijk is.

De telefoon en antenne worden dicht tegen het hoofd gehouden. Het hoofd verstoort de veldverdeling sterk wegens de grote nabije-veldkoppeling. Die nabije-veldkoppeling varieert met het type draagbare telefoon en de positie ten opzichte van het hoofd. Uitgaande van theoretische modellen kunnen we voorspellen dat in sommige gevallen 30 % tot 40 % van het antennevermogen (2 of 8 W) geabsorbeerd wordt door het hoofd. De berekening van de lokale SAR in het hoofd bij bestraling door een realistische telefoon is zeer complex en is hedentendage nog niet opgelost. Vandaar dat het nu nog moeilijk in te schatten is wat de piek SAR-waarden zijn in het hoofd bij gebruik van een draagbare telefoon.

GSM-zendmast

Om mobiele communicatie mogelijk te maken via draagbare telefoons met een laag vermogen (2 en 8 W in tegenstelling tot de vroegere mobilofoons van 20 W) moest het netwerk van basisstations worden uitgebreid. Meer zendstations bedienen elk een kleiner gebied waardoor lage zendvermogens haalbaar zijn zowel voor het basisstation als voor de draagbare telefoon.

Op 1 januari 1994 startte het GSM-project met 212 basisstations, verdeeld over heel België. Dit is voldoende voor de werking van de 8 W apparaten. De werking van de 2 W zaktelefoons zijn in eerste fase beperkt tot Brussel en Antwerpen en de as van de autosnelweg E19. Op korte termijn wil Belgacom het 2 W net uitbreiden tot de grote centra en de drukke verkeersassen. Teneinde het volledige grondgebied te kunnen bedekken en ook meer gebruikers toe te laten, zullen meer basisstations noodzakelijk zijn wat wederom toelaat het zendvermogen per basisstation te beperken.

In de onmiddellijke omgeving van zendmasten is de vermogendichtheid veel lager dan die van de zendstations van radio en TV (grootte-klasse kW). Onderzoek naar mogelijke gevolgen van GSM voor de gezondheid zijn dan ook terecht gericht op de draagbare telefoon zelf, eerder dan op de masten.

3.4 | Microgolfapparatuur

De Industrial Scientific and Medical (ISM) frequenties worden voorbehouden voor die toepassingen die microgolfenergie gebruiken voor industriële, wetenschappelijke, medische en huishoudelijke apparaten en voor alle andere doeleinden behalve telecommunicatie[11]. Tot de ISM-microgolffrequenties, goedgekeurd in Europa, behoren de voor dit rapport belangrijke frequentiebanden:

- band 433,05 - 434,79 MHz: centrale frequentie 433,92 MHz;
- band 2 400 - 2 500 MHz: centrale frequentie 2 450 MHz.

De frequentie 2 450 MHz wordt gebruikt voor microgolfovens voor huishoudelijke toepassingen en voor microgolf verkeersradars. Medische apparatuur, zoals diathermie en hyperthermie, gebruiken hoofdzakelijk de 433 MHz band.

Daarnaast worden microgolven ook gebruikt voor RADAR-toepassingen, zendstations voor radio en TV en satellietcommunicatie.

3.5 | Ultraviolette straling

De enige *natuurlijke* bron van UV-licht is het zonlicht. Zonlicht straalt de drie types straling (UV-A, -B, -C). Het UV-C wordt echter bijna volledig opgenomen door de ozonlaag van de stratosfeer. Tot *niet-natuurlijke* UV-bronnen behoren onder andere kwikbooglampen, halogeenlampen, fluorescentie lampen, zonnebanken, elektrische lasapparatuur en toestellen voor fotochemotherapie.

3.6 | Natuurlijke bronnen van niet-ioniserende straling

De natuurlijke bronnen van niet-ioniserende straling zijn :

- Het *aardmagnetisch* veld met een veldsterkte op de grond gemeten van 19 tot 54 A/m variërend in functie van de plaats en de tijd (invloed van de wijziging van de magnetische polen en zonneactiviteit).
- De *bliksem* met een breed frequentiespectrum wegens de korte duur van de bliksempulsen.
- *Atmosferische* en *kosmische* ruis.

De veldsterkten van de natuurlijke bronnen op aarde liggen enige ordes van grootte lager dan die van de onnatuurlijke bronnen.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van niet-ioniserende straling

Tot de veroorzakers van extreem-laagfrequente velden, microgolven en UV-licht in Vlaanderen behoren:

- Elektriciteitsmaatschappijen (elektriciteitstransport).
- Staalbedrijven (inductieverwarmers).
- Spoorwegmaatschappij (tractiesystemen).
- Telefoonmaatschappij (zendmasten en draagbare telefoons).
- TV- en radiomaatschappijen (zendmasten, satellietcommunicatie).
- Regie der luchtwegen (RADAR).
- Ziekenhuizen waar ELF- of microgolfbehandelingen en Nucleair Magnetische Resonantie-onderzoeken worden uitgevoerd.
- Gebruikers thuis: huishoudelijke elektrische apparatuur, microgolfoven, inductiekookplaten, draagbare telefoon, zonnebank.
- Zonnebankcentra.
- Andere gebruikers van UV-lampen, gloeilampen, gasontladingslampen, booglasapparatuur.
- Gebruikers van UV-verharders: bijvoorbeeld tandartsen en industrie (kunststof, lak, drukwerk).
- Gebruikers van UV-C voor oppervlaktereiniging, ontsmetting, sterilisatie of waterzuivering.
- Gebruikers van UV-fluorescentie detectoren voor afwijkingen van metalen en voor identificatiedoeleinden.

Deze lijst is niet volledig. Een inventaris van de bedrijven in Vlaanderen die ELF-apparatuur, microgolven of ultraviolet licht gebruiken is niet beschikbaar en zou door een onderzoeksgroep opgesteld kunnen worden.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

De volgende groepen kunnen oplossingen aanbieden voor de drie soorten veroorzakers van niet-ioniserende straling waarop we in dit rapport de nadruk hebben gelegd.

Hoogspanningslijnen

Energieproduktie- en distributiemaatschappijen:

- Keuze maken tussen hoogspanningsleidingen boven of onder de grond. Er is reeds een studie verricht om de ondergrondse kabels met de luchtlijnen te vergelijken. Aangezien de kabels in een metalen beschermmantel worden geplaatst zullen de elektrische velden tot nul worden gereduceerd. Uit theoretische berekeningen volgt ook dat het magnetisch veld met een factor 5 kan dalen bij de beste configuratie van de kabels. Het veld is ook veel meer ruimtelijk beperkt rond de kabels. De velden kunnen echter veel groter worden als de fasebalans (verschil van de drie fasen ideaal 120°) van de drie draden wordt verstoord. Er blijken nog technische isolatieproblemen[12] te zijn bij de realisatie van ondergrondse synthetische kabels boven 220 kV. Ook de kostprijs is veel hoger dan bij luchtlijnen. Zo kost een luchtlijn van 150 kV met twee draadstellen 13,5 miljoen BF per lopende km terwijl twee ondergrondse kabels 62 miljoen BF per lopende km kosten. Een dubbel draadstel van een 380 kV luchtlijn kost ongeveer 31 miljoen BF per lopende km terwijl bijvoorbeeld de dubbele ondergrondse kabel onder Berlijn ongeveer 1 miljard BF per lopende km kostte.
- Stimuleren van de gebruiker tot zuiniger gebruik van elektrische energie (bv. spaarlampen), wat tevens de noodzaak tot een verdere uitbreiding van het verdeelnet verminderen kan.
- Zoeken naar oplossingen voor reductie van de velden (bv. voor ondergrondse kabels

de fasebalans zo goed mogelijk in stand houden).
- Decentralisatie van elektriciteitsopwekking.
- Via betere ruimtelijke ordening ervoor zorgen dat de hoogspanningsleidingen op afstand van de woonwijken geplaatst worden, wat niet overal mogelijk zal zijn gezien de noodzaak om de transformatorstations dichter bij de verbruiker te plaatsen.

Onderzoeksgroepen:
- Een kaart opmaken van de sterktes van elektrische en magnetische velden nabij hoogspanningsleidingen en -transformatoren over Vlaanderen op basis van berekeningen en metingen. Deze kaart is momenteel niet beschikbaar.
- Studie van de voordelen van ondergrondse kabels en zoeken naar alternatieve oplossingen om velden te verlagen.
- Verbanden leggen tussen de veldwaarden in de omgeving van hoogspanningsleidingen en eventuele biologische effecten.
- Grondige studie van de effecten bij extreem lage veldsterkten.

Individuen:
- Elektrische energieproduktie ter plaatse (bv. gecombineerde produktie van warmte en elektriciteit) zodat het transport gereduceerd kan worden. Voor de zelfproducenten zou een betere regeling voor netaansluiting en tarieven uitgewerkt moeten worden.
- Aarding van de metalen delen van gebouwen in de buurt van de hoogspanningsleidingen (regel opgelegd door de wet voor alle constructies ongeacht hun omgeving AREI Art. 72 en 73).

Extreem-laagfrequente apparatuur en microgolfapparatuur

Producent
- Afscherming en aarding van apparaten en installaties.

Individuen:
- Het gebruik van elektriciteit vermijden daar waar het niet essentieel is (bv. elektrische tandenborstel) of daar waar alternatieven bestaan (bv. elektrische vloerverwarming).

GSM-Mobilofonie

Belgacom:
- Deskundige plaatsing van de GSM-zendmasten.
- Keuze van draagbare telefoons met laagste instraling in het hoofd van de gebruiker.

Producenten van draagbare telefoons:
- Onderzoek naar antennes die een lagere lekstraling veroorzaken in het hoofd.

Onderzoeksgroepen:
- Bepaling van geabsorbeerde velden geïnduceerd door de op de markt aangeboden mobilofoons in het hoofd van de gebruiker.
- Relatie leggen tussen veldsterkten in het hoofd en eventuele biologische effecten.

Er is ook een epidemiologische studie voor de verschillende stralingsbronnen gewenst. Daarbij zijn goede criteria en de deelname van een multi-disciplinaire groep van onderzoekers onontbeerlijk voor correcte conclusies.

Ultraviolette straling

Producenten van UV-apparatuur:
- Plaatsing van specifieke filters (in hoofdzaak uitfilteren van UV-C stralen).
- Plaatsing van tijdschakelaars (bv. beperkte blootstellingsduur voor zonnebanken).
- Bijleveren van oogbeschermers.

Onderzoeksgroepen:
- Ontwikkeling van betere dosimeters en filters.

5 | Maatregelen

Waar er gevaar dreigt voor overschrijding van wetenschappelijk verantwoorde blootstellingslimieten, kunnen in de praktijk de volgende lijst van maatregelen uitkomst bieden. De maatregelen zijn opgesplitst in drie groepen afhankelijk van hun doelstellingen. Ze moeten specifiek verder worden uitgewerkt.

5.1 | Procesgeïntegreerde maatregelen

- Gebruik van ondergrondse kabels in plaats van hoogspanningsleidingen voor elektriciteitstransport.
- Decentralisatie van elektriciteitsopwekking.
- Ontwikkelen van zuinigere elektrische produkten (bv. spaarlampen).
- Draadloze telefonie met laagst mogelijke vermogens (bv. door het aantal basisstations uit te breiden).
- Ontwikkeling van draadloze telefoons die minder lekstraling in het hoofd veroorzaken.
- Ontwikkeling van betere filters voor UV-straling.
- Daar waar mogelijk UV-producerende lampen vervangen door alternatieven.

5.2 | Brongerichte maatregelen

- Afbakening van zones met gereglementeerde of verboden toegang, en zo nodig toezicht op deze zones.
- Plaatsen van afscherming voor elektromagnetische velden en van automatische beveiligingssystemen.
- Installatie en gebruik van specifieke apparatuur volgens duidelijk omschreven en begrijpelijke instructies, ook met betrekking tot huishoudelijke apparaten.
- Deskundige plaatsing van hoogspanningsleidingen, GSM-masten en zendantennes voor TV, radio en satellietcommunicatie.
- Keuringsattesten op basis van normen.
- Plaatsing van tijdschakelaars op bijvoorbeeld zonnebanken.

5.3 | Effectgerichte en curatieve maatregelen

- Dragen van beschermende kledij en oogbeschermers (bv. speciale UV-beschermingsbrillen) waar nodig.
- Toezicht op blootstelling met geijkte meetsystemen.
- Medisch toezicht aangepast aan de aard en de omvang van de blootstellingsrisico's (bv. uitgebreid oogonderzoek waar staarvorming een beroepsrisico vormt).
- Vorming en periodieke bijscholing van personeel (bv. via een regelmatige voordrachtencyclus georganiseerd in het bedrijf).
- Specifieke opleiding van bedrijfsartsen die met de problematiek van de blootstelling aan niet-ioniserende straling te maken hebben (bv. via de organisatie van bijzondere postgraduaten of de uitbouw van bestaande postgraduaten zoals veiligheidskunde en dergelijke).
- Het uitwerken en laten naleven van veiligheidsvoorschriften voor gebruik van toestellen op de werkposten.
- Ontwikkeling van betere dosimeters voor bijvoorbeeld UV-straling.

Specifieke Terminologie

Stralingsfluxdichtheid *p*: de hoeveelheid elektromagnetische energie die per tijdseenheid passeert door een oppervlakte-eenheid (W/m^2).

Elektrische stroomdichtheid *J*: de elektrische stroom die door een oppervlakte-eenheid vloeit en bijvoorbeeld geïnduceerd wordt in biologische weefsels bij een invallend elektromagnetisch veld (A/m^2).

Elektrische contactstroom: de totale elektrische stroom die door een lichaamsdeel vloeit bij contact met een geladen elektrisch geleidend voorwerp (A).

Geabsorbeerd dosistempo per massa-eenheid SAR (Specific Absorption Rate): de hoeveelheid elektromagnetische energie die per seconde en per eenheid van massa wordt geabsorbeerd en (doorgaans volledig) omgezet wordt in warmte. De SAR is functie van de stralingsbron, het blootgestelde subject (of object) en de onderlinge configuratie (W/kg).

Densitometrie: de bepaling van de stralingsfluxdichtheid *p* in afwezigheid van blootgestelde personen en die het ongestoorde elektromagnetisch veld kenmerkt.

Dosimetrie: de bepaling van de elektrische stroomdichtheid *J* en het geabsorbeerd dosistempo per massa-eenheid *SAR* (doorgaans bij microgolven) in het menselijk lichaam.

GSM: Europees digitaal netwerksysteem voor draadloze telefooncommunicatie.

Hoogspanningslijnen: netwerk voor transport van elektrische energie op hoge spanning (150 kV tot 380 kV) en met een frequentie van 50 Hz.

Thermische wisselwerking: wordt bepaald door de temperatuurstijging die ontstaat uit de warmteontwikkeling door absorptie van de elektromagnetische energie.

Niet-thermische wisselwerking: treedt op bij SAR-waarden waarvan men aanneemt dat ze te laag zijn om een significante temperatuurstijging te bewerkstelligen.

Hyperthermie: behandelingsmethode voor kwaadaardige tumoren steunende op een verhoging van de temperatuur tot minstens 43 °C.

Diathermie: behandelingsmethode voor kwalen zoals reuma steunende op een verhoging van de temperatuur tot maximaal 40 °C.

Neuro-endocrien: duidt de relatie aan tussen het centraal zenuwstelsel en de endocriene klieren, die de klieren zijn met externe secretie, d.w.z. waarvan de afscheidingsproducten in het bloed (of weefselvloeistof) worden opgenomen.

Referenties

1 Smigielski S., Szudzinski A., Pietraszek A., Bielec M., Janiak M., Wrembel J.-K., *Bioelectromagnetics*, *3* (1982), 179.

2 World Health Organization, Extremely Low Frequency (ELF) Fields, Environmental Health Criteria 35, Geneva, 1984.

3 Wertheimer N., Leeper E., *Am. J. Epidemiol.*, *109* (1979), 273.

4 Freychting M., Ahlbom A., Magnetic fields and cancer in people residing near Swedish high voltage power lines, National Institute of Occupational Health, Sweden, 1992.

5 International Radiation Protection Association (IRPA), *Health Phys.*, *49* (1985), 331.

6 International Radiation Protection Association (IRPA), *Health Phys.*, 58, (1990) 113.

7 American National Standards Institute (ANSI), ANSI safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 300 kHz to 100 GHz, Report No. ANSI C95.1-1982, IEEE Inc., New York, 1982.

8 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), IEEE Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields: 3 KHz to 300 GHz, Report No. IEEE C95.1-1991, IEEE Inc., New York, 1992.

9 Commissie Deworme, Evaluatie van de invloeden, op de gezondheid van mens en dier, van elektrische leidingen met hoge en zeer hoge spanningen, Rapport, 18 april 1990.

10 Stuchly M. A., Lecuyer D. W., *J. Microwave Power*, *22(2)* (1987), 63.

11 GECOLI, Het transport van elektrische energie op H.S. en Z.H.S., intern rapport B.9005b, 30 november 1992.

Begeleiders

A. Debackere, TRACTEBEL

H. De Wel, AMINAL

D. Slaets, Gezondheid en Arbeid

III.11 Verdroging

M. Van der Velden, J. Feyen, Instituut voor Land- en Waterbeheer, KUL
J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w

1 | Beschrijving

1.1 | Mechanismen en relaties tussen veroorzakers, bronnen en effecten

Water komt op aarde in grote hoeveelheden voor. Vloeibaar water is onmisbaar voor het leven op aarde en wordt door de mens voor allerlei doeleinden gebruikt. Elk doeleinde stelt specifieke eisen voor wat de hoeveelheid en de eigenschappen betreft. Ook het voortbestaan en de ontwikkeling van het natuurlijke milieu vereist een specifieke waterkwaliteit en -kwantiteit.

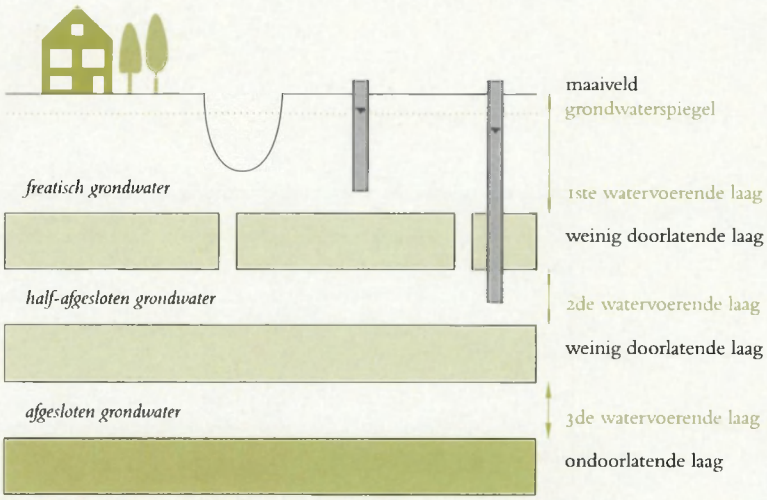
Grondwater speelt een belangrijke rol bij het verbouwen van gewassen, het bemalen van een bouwput, het winnen van drinkwater, het aanleggen van een stortplaats voor gevaarlijk afval enz..

De ondergrond is een opeenvolging van lagen die afwisselend een hoge of een lage weerstand hebben tegen de waterbeweging. In figuur 1 is een eenvoudige doorsnede gegeven van een situatie met drie watervoerende lagen (met een lage weerstand) van elkaar gescheiden door weinig waterdoorlatende lagen (met een hoge weerstand). Het *freatisch grondwater* is het grondwater in de bovenste watervoerende laag dat wordt afgesloten door een onderbroken weinig doorlatende laag. Het bovenvlak van de freatische watervoerende laag is de *grondwaterspiegel*. Daarboven bevindt zich het bodemwater in de onverzadigde zone. Een verzadigde waterlaag tussen twee weinig of niet doorlatende lagen is een afgesloten watervoerende laag. De diepste watervoerende laag wordt aan de onderkant begrensd door een ondoorlatende laag. Als we een peilbuis plaatsen in een freatische watervoerende laag zal het grondwater in de buis stijgen tot aan het niveau van de grondwaterspiegel ter plaatse. De afstand tussen het maaiveld en het waterpeil in de peilput is de *grondwaterstand*. De stijghoogte van het grondwater in een peilbuis aangelegd in een afgesloten watervoerende laag wordt bepaald door de waterdruk[1]. Afhankelijk van de omstandigheden kan het water in de peilbuis stijgen tot boven de afsluitende grenslaag.

De grondwaterstand varieert sterk in tijd en ruimte en wordt bepaald door de *aan- en afvoer* van water. Onder natuurlijke omstandigheden wordt het grondwater gevoed door infiltratie van neerslag- en oppervlaktewater en door laterale instroming vanuit de aangrenzende grondwaterlagen. Afvoer gebeurt door capillaire opstijging van het grondwater naar de onverzadigde bodemzone waar het via evapotranspiratie (gewas- en bodemverdamping) in de atmosfeer terecht komt, door opwaartse grondwaterstroming (kwel), door drainage en door ondergrondse uitstroming naar aangrenzende

watervoerende lagen (figuur 2). De grondwaterreserve is het resultaat van het dynamisch evenwicht tussen de aan- en afvoer van water. Weersomstandigheden veroorzaken seizoenale schommelingen door een verhoogde gewasverdamping of door een extreem neerslagoverschot of -tekort. Als door menselijk ingrijpen de aanvoer of de afvoer van het grondwater te sterk beïnvloed wordt, raakt het natuurlijk evenwicht verstoord. Bij een combinatie van kunstmatige onttrekkingen en verhoogde natuurlijke verliezen met een verminderde voeding vermindert het grondwatervolume, wat zich uit in een (lokale) verlaging van de grondwaterstand (freatisch) of in een drukvermindering (afgesloten grondwater). Wanneer deze verliezen te groot worden, is herstel van het evenwicht niet of nauwelijks mogelijk en raakt de grondwaterreserve uitgeput.

Figuur 1: Schematische voorstelling van de ondergrond met grondwatervoerende lagen.

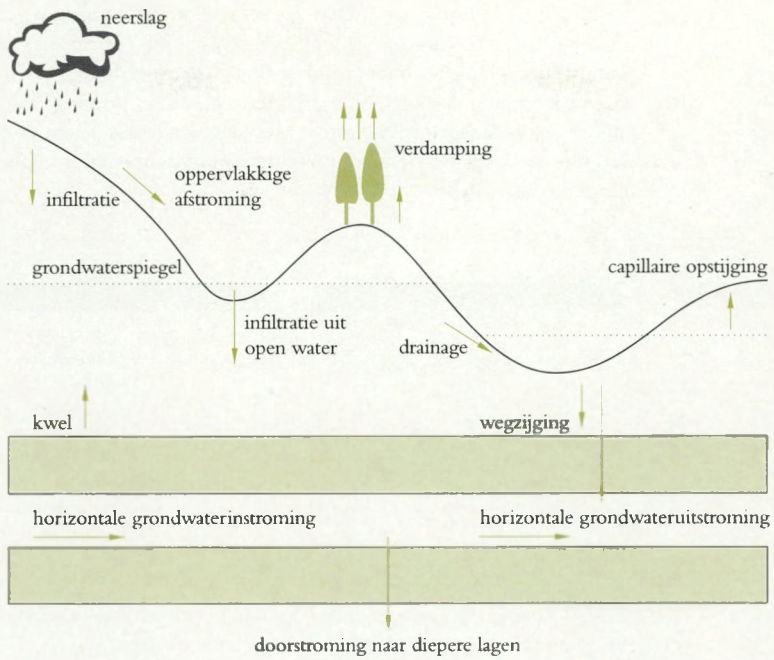


Bron: naar Commissie voor hydrologisch onderzoek TNO, 1986[2].

Verdroging betekent hier een vermindering van de specifieke waterinhoud van de watervoerende lagen en van de bodem door antropogene beïnvloeding. Dit sluit wijzigingen als gevolg van natuurlijke elementen en vooral van klimaat uit. Verdroging is een ingewikkeld milieuprobleem en omvat alle effecten die voortvloeien uit een antropogeen veroorzaakte grondwaterstandsdaling zoals vochttekort, verschillen in mineralisatie en kwel, inclusief de effecten van compenserende maatregelen. Door verdroging kan de gebiedseigen waterkwaliteit veranderen zonder dat er sprake is van diffuse verontreiniging of puntverontreiniging.

Met behulp van regelmatige *peilputmetingen* over een voldoende lange meetperiode wordt de evolutie van de grondwaterstand gevolgd wat toelaat uitspraken te formuleren over een mogelijke verdroging in iedere peilput. Daarmee is de oorzaak van de waarneming nog niet aangewezen. Er kunnen ook *ecologische indicatoren* (wijzigingen in flora en fauna) gebruikt worden bij de vaststelling van verdroging.

Figuur 2: Schematische voorstelling van de beweging van water.



Bron: naar Provinciaal Waterhuishoudingsplan 1991-1995 en Commissie voor hydrologisch onderzoek TNO, 1986[3].

1.2 | Verbanden met andere thema's

De invloed van de klimatologische factoren is niet rechtstreeks betrokken in de uitwerking van het thema verdroging, toch is dit aspect essentieel bij de interpretatie van de grondwaterpeilveranderingen. In droge en warme periodes van het jaar kan de neerslag aanzienlijk terugvallen en zelfs lager worden dan de gewasverdamping. In dat geval is het beter te spreken over natuurlijke (seizoenale) verdroging.

Het vaststellen van verdroging met behulp van ecologische indicatoren gebeurt aan de hand van een combinatie van indicaties. Individuele indicaties zoals verruiging of vergrassing wijzen vaak niet eenduidig op verdroging. Verruiging kan ook het gevolg zijn van bijvoorbeeld vermesting of van een verandering in beheer. Dit maakt het in vele gevallen moeilijk de veranderingen in verdrogingsgevoelige plantengemeenschappen aan verdroging, verzuring of vermesting toe te wijzen. Daarom is een combinatie van indicaties belangrijk.

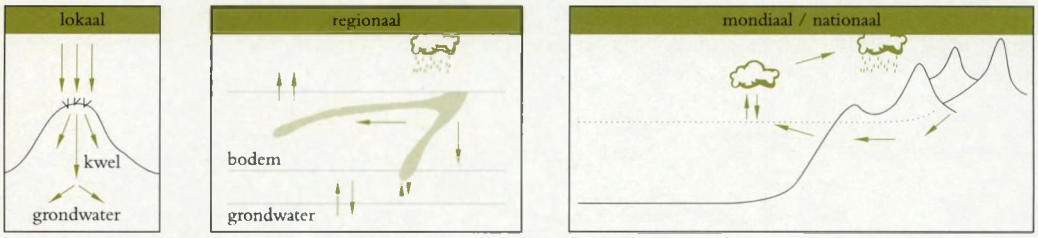
1.3 | Ruimtelijk perspectief en tijdsperspectief

De meeste verdrogingsverschijnselen spelen zich af op een *lokaal niveau* (bv. ruilverkaveling, natuur- of bosgebied, veengebied). Er zijn echter ook verdrogingsverschijnselen die het lokale niveau overstijgen. Zo is de vermindering of het wegvallen van de kweldruk in een beekvallei vaak het gevolg van ingrepen in de infiltratiegebieden, die vaak kilometers verderop liggen. Op lokaal niveau kunnen verdrogingsverschijnselen zich enerzijds beperken tot enkele puntlocaties of zich anderzijds voordoen over verscheidene kilometers[4].

Het grondwater verplaatst zich volgens bepaalde patronen steeds van een infiltratie- of voedingsgebied naar een bron- of kwelgebied. Een hydrologisch systeem kan een-

voudig tot zeer complex zijn, is variabel in omvang en interfereert meestal met naburige hydrologische systemen. Figuur 3 schetst drie hydrologische systemen van verschillende orde van grootte. Door de onderlinge samenhang en de complexiteit van de hydrologische systemen is het niet eenvoudig te voorspellen waar precies de effecten tot uiting zullen komen. Het is bekend dat verdrogingsverschijnselen lokaal waarneembaar zijn in de omgeving van winningsputten wanneer de freatische of halfafgesloten waterlagen geëxploiteerd worden. Ingrepen die de diepere afgesloten grondwaterlagen betreffen, zijn minder snel merkbaar maar hebben soms op een groter gebied invloed.

Figuur 3: Oriënterende schets van waterhuishoudkundige systemen van verschillende orde van grootte.



Bron: Studiecommissie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap, 1987[5].

Er zijn aanwijzingen dat vooral tijdens de laatste jaren de verdroging door waterwinning, ontwatering ten behoeve van bosbouw, en bemaling ten behoeve van infrastructuurwerken over het algemeen sterk toeneemt.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Verdrogingstoestand in Vlaanderen

Aangezien we de nadruk leggen op de effecten en gevolgen voor natuur en landbouw, beperken we het verdrogingsonderzoek tot de *bovenste grondwaterlagen*. In Vlaanderen bestaat vooralsnog geen uitgebreid onderzoek naar verdroging. De gegevens betreffen vooral puntlocaties waar verdrogingsverschijnselen zijn onderzocht. De gebruikte bronnen zijn (1) literatuurgegevens uit lokale onderzoeken (zowel gegevens inzake grondwaterstanden als vegetatieveranderingen), (2) gegevens van een enquête[6] bij een dertigtal deskundigen (hoofdzakelijk gegevens inzake vegetatieveranderingen) en (3) een analyse van grondwatermeetreeksen van de bovenste watervoerende lagen.

Lokale onderzoeken

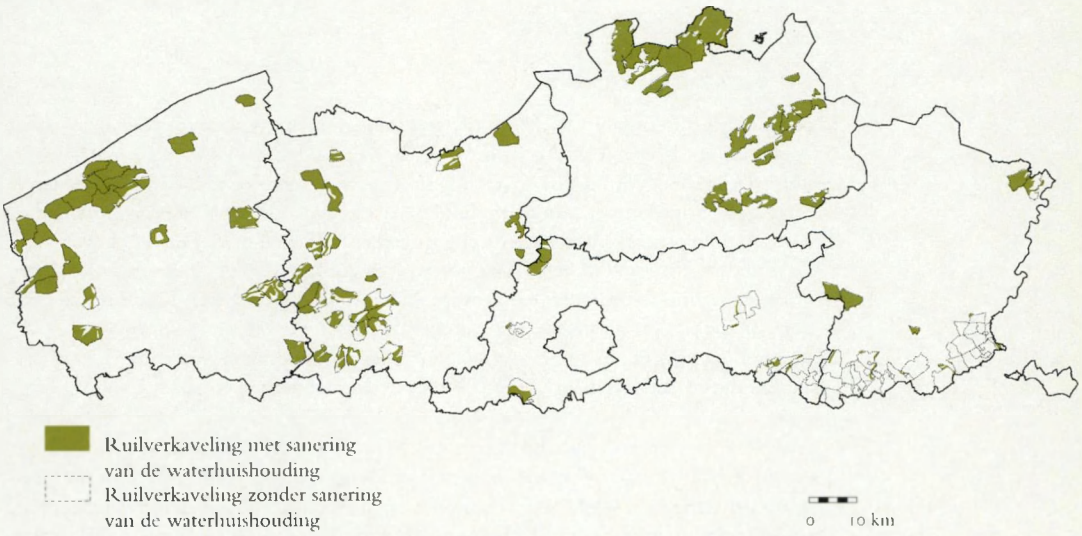
Een aanwijzing voor de daling van het ondiep grondwater zijn extrapolaties van de Nederlandse verdrogingskaarten[7,8,9] naar Vlaanderen. Aan de grens met de provincies Antwerpen en Limburg blijken verscheidene gebieden te liggen waar grondwaterstandsdalingen tot meer dan 75 cm voorkomen. Aangezien de geografie en geologie van de Nederlandse en Vlaamse Kempen sterk overeenstemmen, is het mogelijk dat ook in de Vlaamse Kempen de gemiddelde grondwaterstanden de laatste decennia gedaald zijn.

Er is een dalende trend waargenomen in de belangrijkste watervoerende lagen van het Dijle- en Zennebekken en in Brabant[10]. Ramingen van de grondwaterreserve in deze gebieden geven aan dat de waterinhoud sterk is afgenomen. In de watervoerende laag van het karboonkalk (West-Vlaanderen) zou de hoeveelheid grondwater die

thans opgepompt wordt onmiddellijk met een debiet van 20 miljoen m^3/jaar verminderd moeten worden om tot een stabilisatie van de waterreserve te komen[10]. Ook in Vlaams-Brabant wordt deze laag waarschijnlijk overgebruikt: de evolutie van de opgepompte debieten vertoont duidelijk een stijgende lijn, en sommige peilputten geven een lagere grondwaterstand aan[4]. In de watervoerende laag van het Krijt in Midden-Limburg stellen we lokaal (peilput Hasselt en Bolderberg) een voortdurende daling vast die eveneens in de richting van overbemaling wijst[11]. Er zijn daarentegen geen aanwijzingen dat het freatisch deel van dezelfde watervoerende laag in het zuiden van de provincie overbemalen wordt.

De bodemkaarten uit de jaren '50 zijn de oudste referentie voor het ondiepe freatische grondwater. Om een gebiedsdekkend overzicht op Vlaams niveau te verkrijgen, werden de kleinschalige kaartbladen gegeneraliseerd tot een bodemassociatiekaart op schaal 1/500 000[12]. De legende van dit document geeft een globale aanduiding van de diepte van de grondwaterstand onder het maaiveld in de vorm van drainageklassen. De gemiddelde diepte van de winter- en zomerwaterstand geeft een indicatie voor het ondiepe grondwater. Recente lokale bodeminventarisaties wijzen erop dat de drainageklassen van de bodemassociatiekaart niet altijd meer overeenstemmen met de huidige situatie. Bij uitvoering van een ruilverkaveling bijvoorbeeld wordt drainage voorzien vanaf een drainageklasse d (of vanaf een grondwaterstand van 60 cm). Figuur 4 geeft een overzicht van de ruilverkavelingsgebieden die volgens de bodemassociatiekaart een drainageklasse natter dan d hebben en die zeker in aanmerking komen voor drainage. Van de 1 485 km^2 uitgevoerde ruilverkavelingsgebieden is 47 % natter dan de voorgestelde limiet en is waarschijnlijk een of andere vorm van drainage toegepast.

Figuur 4: Overzicht van ruilverkavelingsgebieden waar de drainageklasse waarschijnlijk gewijzigd is sinds de opmaak van de bodemassociatiekaart



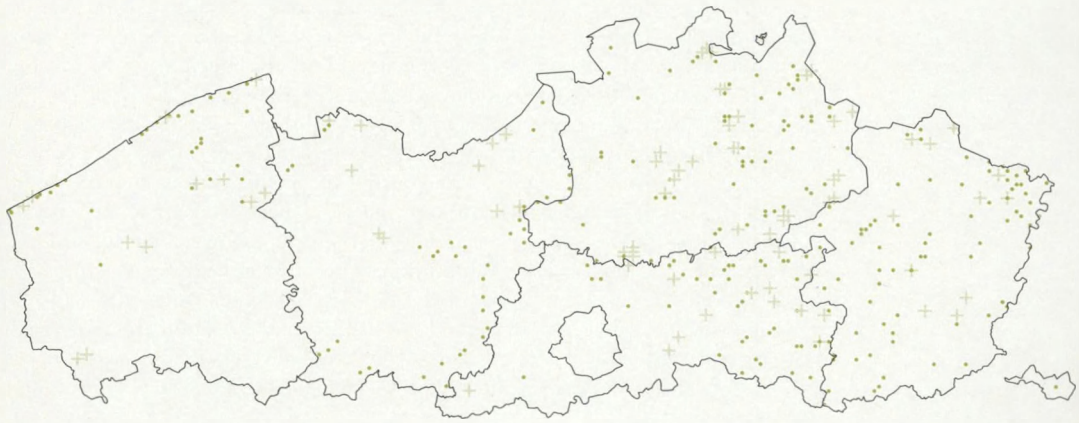
Bron: Tavernier R., Maréchal R., 1972[11]; VLM, Ruilverkavelingen in Vlaanderen, toestand 1/1/1993, schaal 1/700 000.

Enquête

Om een idee van de verdrogingstoestand in Vlaanderen te krijgen, is in 1991 een enquête georganiseerd door Natuurreservaten v.z.w.. Op basis van deze enquête en een recente actualisering ervan is een indicatieve kaart (figuur 5) opgesteld, die weergeeft waar verdrogingsverschijnselen zich voordoen in Vlaanderen. Verdroging is in

de enquête geïnterpreteerd op basis van een reeks indicaties. Niet alleen het verdwijnen van freatofyten en kwelindicatoren, de inklinking van (laag)veen, het dalen van de grondwaterspiegel, het droogvallen van vennen en poelen, maar ook het verdwijnen of de achteruitgang van (foerageermogelijkheden voor) weide- en moerasvogels zijn beschouwd als indicaties voor verdroging. De enquêteresultaten werden geüniformiseerd en aan kwaliteitseisen onderworpen. Alleen de verdrogingsverschijnselen op basis van een duidelijke indicatie of een combinatie van indicaties zijn op de kaart weergegeven.

Figuur 5: Indicatieve kaart van verdrogingsverschijnselen in Vlaanderen.



Bron: Natuurreservaten v.z.w., 1994.

Grondwatermeetreeksen

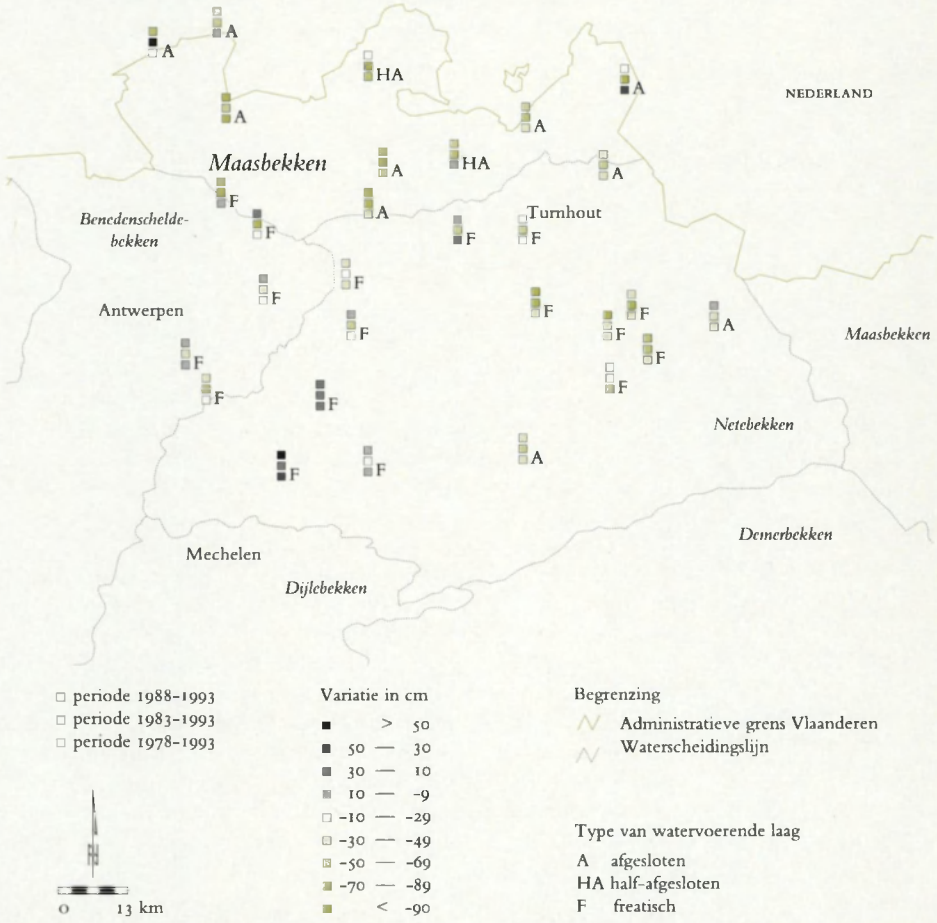
Regelmatige metingen van de grondwaterstand zijn zeer waardevol voor het onderzoek naar en de evaluatie van verdroging. In Vlaanderen is in 1985 een *grondwatermeetnet* opgericht dat uit drie niveaus bestaat[13]. De verantwoordelijkheid voor het opvolgen en uitbouwen van de metingen berust bij de Dienst Water en Bodem van AMINAL. Het *primair* grondwatermeetnet heeft als doel een goed beeld te geven van de grondwatersituatie in het Vlaamse gewest in zijn geheel en van de grootschalige variaties die hierin optreden ten gevolge van natuurlijke oorzaken over langere perioden. In 1994 bevat dit meetnet 275 observatieputten die buiten de antropogene invloedssfeer liggen en zijn er circa 6 000 waterstandsmetingen uitgevoerd. De start van de tijdsreeksen varieert van streek tot streek: Antwerpen in 1980, Limburg in 1987, Vlaams-Brabant in 1988, en Oost- en West-Vlaanderen in 1992. Een statistische analyse is pas mogelijk bij de aanwezigheid van lange reeksen stijghoogten, wat echter voorlopig maar voor een beperkt aantal meetpunten geldt. Het *secundaire* grondwatermeetnet tracht zicht te krijgen op de evolutie van de grondwatersituatie in gebieden waar menselijke activiteiten het grondwaterpeil beïnvloeden (bv. rond waterwinningen). De *tertiaire* meetnetten zijn geïnstalleerd om meer gedetailleerde gegevens te verzamelen op plaatsen waar kortstondige menselijke ingrepen veranderingen in de grondwatersituatie veroorzaken (bv. rond stortplaatsen). Gezien de korte tijdreeksen die deze meetnetten leveren, is het weinig zinvol deze resultaten te betrekken in regionale analyses.

Ook de Geologische Dienst van België (GDB) beschikt over regelmatige opnamen van de waterstand. Hun databank bevat 760 putten voornamelijk gelokaliseerd in de

provincies Antwerpen en Limburg. De oudste tijdsreeksen dateren van 1962, de grondwaterpeilen worden voor de meeste putten tweemaal per maand opgemeten. Een aantal van deze putten zijn eveneens opgenomen in het primair grondwatermeetnet van AMINAL.

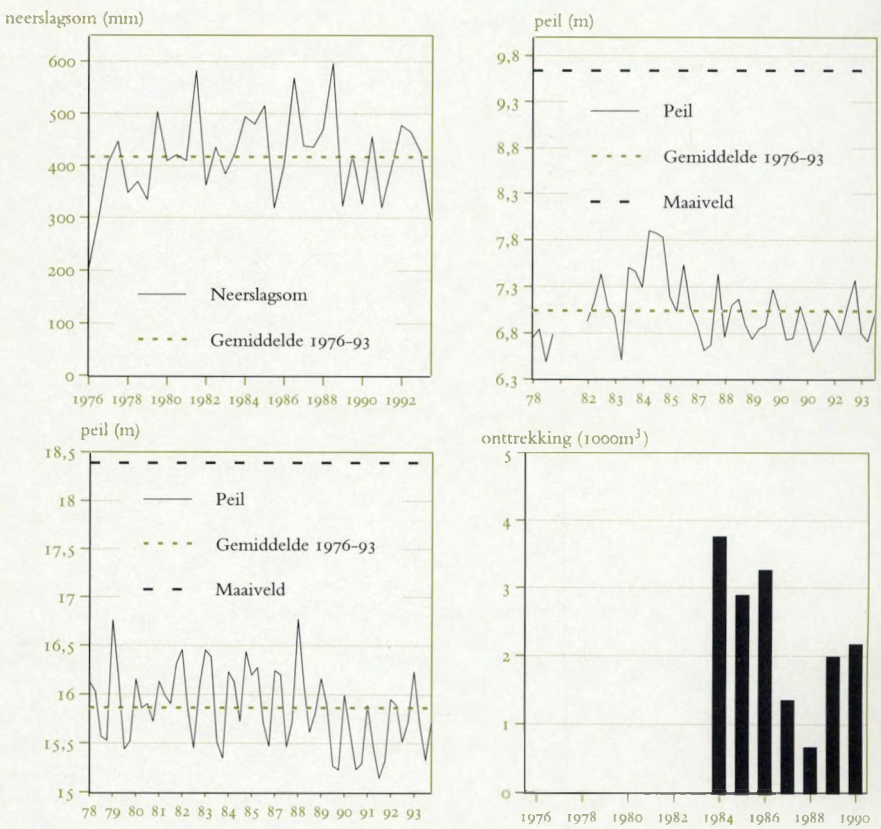
Het onderzoek naar een mogelijke verlaging van de grondwaterstand in Vlaanderen steunt hier op een selectie van peilbuizen uit het meetnet van de GDB en levert een overzicht van het gemiddelde verloop van de grondwaterstand in het voorjaar. Figuur 6 geeft voor de provincie Antwerpen aan hoe de gemiddelde grondwaterstand in de bovenste watervoerende laag is veranderd na 17, 10 en 5 jaar. De locatie van elke geselecteerde peilbuis is aangeduid met een kolom van drie symbolen. Het onderste symbool geeft de wijziging van de grondwaterstand weer in de periode 1978-93, het middelste symbool beschrijft de wijziging in de periode 1983-93, en het bovenste de wijzigingen over de periode 1993-88. Naast iedere kolom staat ook aangegeven in welk soort van watervoerende laag de peilbuis is aangelegd. De bovenste watervoerende laag is meestal freatisch, met enkele uitzonderingen in het noorden van de provincie. In 4 peilbuizen wordt over de drie periodes ten minste éénmaal een vernatting waargenomen. Blijft het verschil beperkt tot 10 cm dan is het moeilijk een indeling naar vernatting of verdroging te maken.

Figuur 6: Evolutie van de grondwaterstand in 1978-93, 1983-93, 1988-93.



Bron: Geologische Dienst van België, 1994.

Een overzicht als dit vergelijkt enkel twee gemiddelde tijdsopnamen, wat er tussenin gebeurt tonen we aan met behulp van de *tijdstijghoogtereeksen* van twee individuele putten. Figuur 7 geeft een overzicht van het grondwaterstandsverloop en het neerslagverloop (figuur 7a) weer. In iedere grafiek is ook het lange-termijngemiddelde aangeduid. De twee geselecteerde peilputten zijn freatisch en liggen in dezelfde watervoerende laag. Peilput A (12017 16.6 901) ondervindt geen invloed van grondwaterwinning en drainering, terwijl peilput B (13008 16.8 807) beïnvloed wordt door een nabijgelegen grondwaterwinning en cultuurtechnische ingrepen in het kader van een ruilverkaveling. Peilput A vertoont normale afwijkingen ten opzichte van het gemiddelde (figuur 7b). De schommelingen in het neerslagpatroon zijn na een korte vertraging terug te vinden in de peilschommelingen. Een gelijkaardig verloop vinden we terug in de peilen van peilput B, tot en met 1988. Daarna is de afwijking ten opzichte van het gemiddelde groter in vergelijking met de vorige put (figuur 7c). Dit is vermoedelijk het gevolg van de nabije grondwaterwinning. De onttrokken hoeveelheid water voor de periode 1984-90 is toegelicht in figuur 7d. De grote onttrekkingen van 1984 en 1986 worden deels gecompenseerd door de hoge regenval in dezelfde periode. Tijdens de relatief droge jaren 1989-1990-1991 is het gecombineerd effect van waterwinning en weinig neerslag duidelijk te zien in de lagere waterstand. Hoe groot precies het effect van onttrekking is, kunnen we met deze summiere gegevens niet na gaan. *Deze data zijn daarom enkel belangrijk als voorbeeld. Het complexe samenspel van klimaat, wateronttrekking en cultuurtechnische ingrepen is dus niet te ontrafelen aan de hand van de beperkte gegevens en middelen die beschikbaar zijn.*



Figuur 7: (a) Halfjaarlijkse neerslag gemeten op het KMI station te Geel (Provincie Antwerpen) met aanduiding van het winter-lange-termijngemiddelde (1976-93). (b) Tijdstijghoogtelijnen in peilput 12017 16.6 901 (GDB) te Heist-op-den-Berg (Provincie Antwerpen) met aanduiding van het lange-termijngemiddelde (1978-93). (c) Tijdstijghoogtelijnen in peilput 13008 16.8 807 (GDB) te Westerlo (Provincie Antwerpen) met aanduiding van het lange-termijngemiddelde (1978-93). (d) Jaarlijkse hoeveelheid onttrokken grondwater in de nabijheid van peilput 13008 16.8 807.

Bron: KLI, Maandbericht Klimatologische Waarnemingen, 1976-93; AMINAL, 1993.

Verdrogingsgevoelige gebieden

Er bestaat een overzicht van de verdrogingsgevoelige gebieden in Vlaanderen in de vorm van een voorlopige gevoeligheidskaart voor verdroging[14]. Per ecodistrict geeft deze kaart de relatieve gevoeligheid voor verdroging weer, bepaald aan de hand van de abiotische parameters: textuur, grondwaterstand, capillaire opstijging, grondwaterstroming, aanwezigheid van grondwater-gevoede wateren en organisch stofgehalte. Het resultaat geeft aan dat met uitzondering van het Kempens Plateau en droog Haspengouw nagenoeg geheel het Vlaamse Gewest gevoelig tot zeer gevoelig is voor verdroging.

Voor Noordoost-Limburg werd de gevoeligheid voor verdroging meer in detail bepaald[15]. Uit een vergelijking met de vastgestelde verdrogingsverschijnselen in Noordoost-Limburg[16] blijkt dat de meeste verdrogingsverschijnselen zich in de 'gevoelige' of 'zeer gevoelige' gebieden voordoen. Daarnaast zijn ook verdrogingsverschijnselen waargenomen in 'matig gevoelige' gebieden.

2.2 | Effecten

De effecten van een vermindering van de grondwaterinhoud hebben een hydrologisch, bodemfysisch en bodemchemisch karakter. Bij het thema verdroging zijn de effecten niet strikt te scheiden van de processen die hierin een rol spelen. Daarom worden ze samen behandeld (figuur 8). De gevolgen die hieruit voortvloeien zijn van belang voor de natuur, de mens en zijn omgeving (infrastructuur, landbouw, woonzone...) en zijn voor wat het aspect natuur betreft zijn eveneens weergegeven in figuur 8. De gevolgen van verdroging worden behandeld in 2.3.

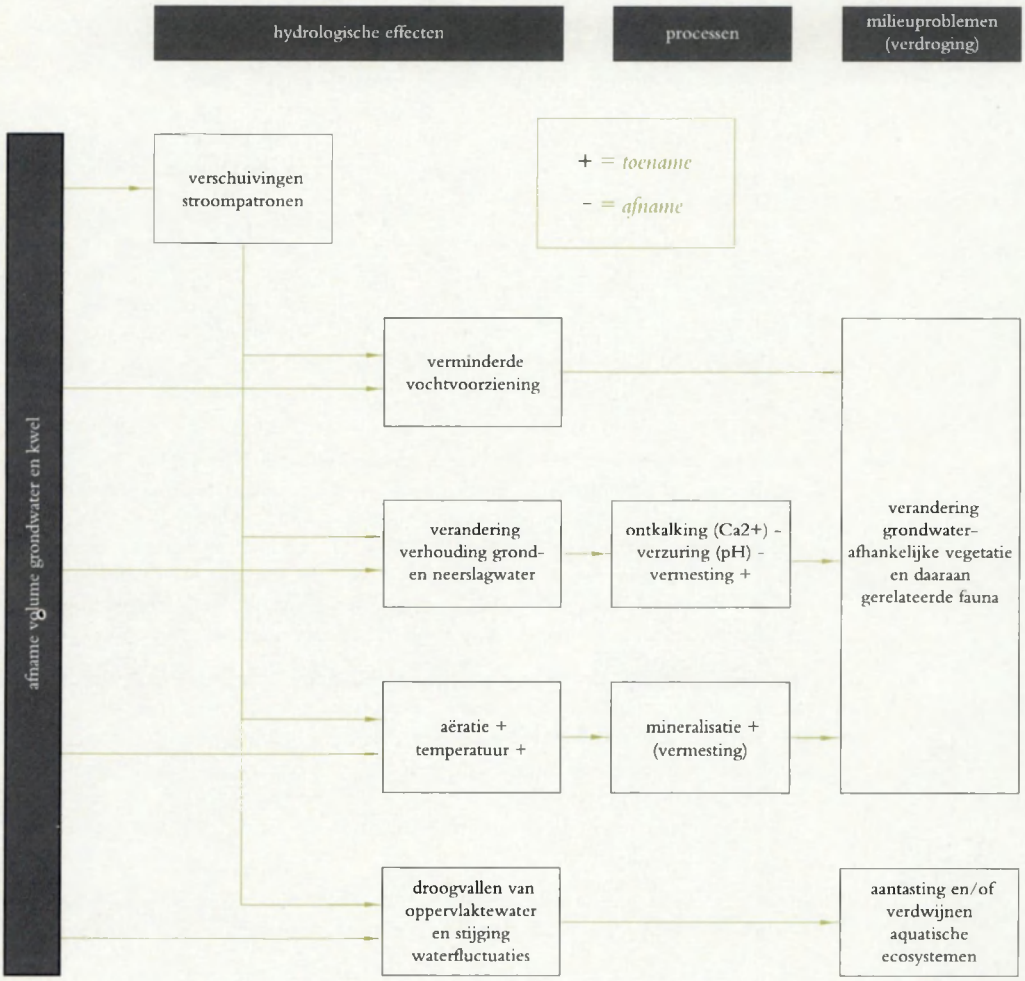
Door ingrepen in de lokale waterhuishouding kunnen kleine *verschuivingen in de grondwaterstromen* optreden waardoor vocht- en voedingsgradiënten zich verplaatsen. Vanwege het lokale karakter weerspiegelen deze verschuivingen zich enkel in het gemiddeld gemeten grondwaterpeil op de locatie zelf en niet noodzakelijk in de gemiddelde gemeten grondwaterpeilen in de nabijheid van de locatie. Het vaststellen van lokale wijzigingen in de waterhuishouding is daarom enkel haalbaar aan de hand van ecologische indicatoren.

Een belangrijke grondwaterstandsdaling versterkt het vochttekort in de bovenste bodemlaag waardoor de *vochtvoorziening* voor de plantengroei in het gedrang komt.

Wanneer de grondwaterspiegel daalt, krijgt het regen- en/of oppervlaktewater meer 'ruimte' om in de bodem door te dringen. Dit veroorzaakt een *kwaliteitsverandering* van het water dat beschikbaar is voor de vegetatie. Het infiltrerende regen- en/of oppervlaktewater kent over het algemeen een lagere zuurtegraad en ionensterkte dan het aanwezige grondwater. De bufferende werking van het grondwater ten aanzien van de zuurtegraad kan daardoor aangetast worden wat tot verzuring leidt. In bepaalde gevallen komt hierdoor extra fosfaat vrij. Een ander proces is het (gedeeltelijk) wegvallen van de bufferende werking van het grondwater t.a.v. de beschikbaarheid van fosfaat. Het fosfaataanbod kan hierdoor stijgen met vermesting tot gevolg. Infiltrerend regen- en/of oppervlaktewater is meestal verontreinigd met ecosysteemvreemde stoffen. Infiltratie van oppervlaktewater leidt vaak tot aanrijking met stikstof en fosfor.

Door het lagere vochtgehalte in de bodem neemt de hoeveelheid lucht er toe en stijgt de temperatuur er sneller. Anaërobe processen maken plaats voor aërobe processen. Door een toename van de aërobe processen neemt de afbraak van organische bestanddelen in de bodem toe (*mineralisatie*). Er zijn dan meer voedingsstoffen voor de vegetatie beschikbaar.

Figuur 8: Effecten en gevolgen van verdroging voor fauna en flora.



Bron: Natuurreservaten v.z.w., 1994[17].

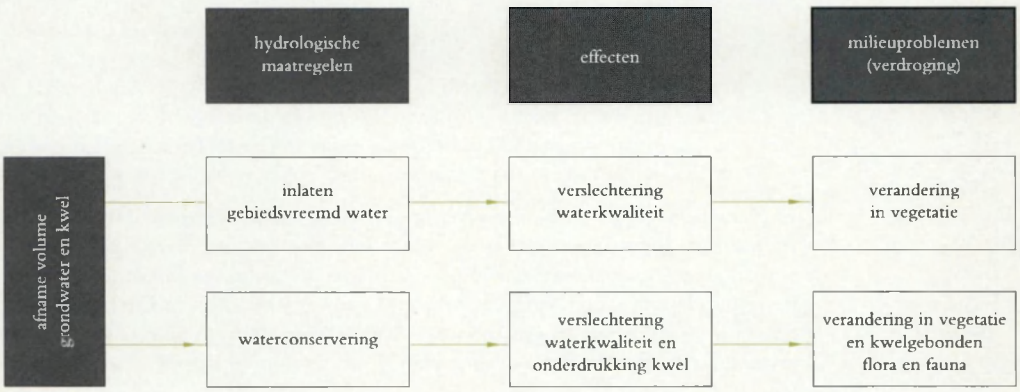
Afname van het volume grondwater kan ook leiden tot een *verminderde toevoer naar stilstaande wateren* (veedrinkpoelen en vennen) *en stromende wateren* (bronnen, bovenlopen van beken). In beide gevallen kan dat leiden tot het droogvallen van oppervlaktewateren. De hoofdoorzaak van het droogvallen van oppervlaktewater moet vooral gezocht worden bij de waterhuishoudkundige ingrepen. Een versnelde waterafvoer leidt tot fluctuaties in hoogte en snelheid van het oppervlaktewater.

Figuur 9 geeft de effecten en gevolgen van *compenserende hydrologische maatregelen* weer. Bij daling van het grondwater wordt soms ter compensatie gebiedsvreemd water in het gebied gelaten. Alhoewel dit het vochttekort kwantitatief kan opvangen, ontstaat een kwaliteitsprobleem doordat het gebiedsvreemd water een andere samenstelling heeft dan het grondwater ter plaatse. Het ingelaten water is voedselrijker dan het oorspronkelijke grondwater en is vaak verontreinigd. Gelijkaardige effecten zijn te verwachten indien lokale verdroging wordt gecompenseerd door extra hoeveelheden vervuild oppervlaktewater vast te houden.

In de land- en tuinbouwsector wordt vochttekort in het maaiveld aangevuld door beregening met lokaal opgepompt grond- of oppervlaktewater. Dit is onder andere het geval bij de fruitteelt, de teelt van groenten en niet-eetbare tuinbouwprodukten onder glas of in openlucht, en bij groenteteelt in rotatie met akkerbouw (suikerbieten). Beregening versterkt de uitspoeling van wateroplosbare bestrijdingsmiddelen of meststoffen. Soms wordt voor beregening oppervlaktewater van een slechte kwaliteit gebruikt, wat de verspreiding van zware metalen en organische micropolluenten in de hand werkt. Een slechte toepassing van beregeningstechnieken kan aanleiding geven tot verdichting van de bodem (verslemping).

Andere effecten zijn verzilting en inklinking. In polderbodems waarbij het brakke water zich op geringe diepte bevindt, kan de bemaling tot verzilting leiden. Verzilting wordt veroorzaakt door het optrekken van de zoet/zout grondwatergrens ten gevolge van de verminderde druk van zoet grondwater in de hogere bodemlagen. Dit is vastgesteld in West- en Oost-Vlaanderen (o.a. de polders van Assenede, zie III.7 Bodemverontreiniging en -aantasting). In veen- en kleigebieden bestaat het gevaar voor inklinking. Door de zakking komt het maaiveld lager te liggen en wordt het voordeel van een intensieve ontwatering voor de landbouw deels weer teniet gedaan. Een belangrijk voorbeeld van dit proces is merkbaar in de omgeving van de Zegge (ca. 300 ha) te Geel.

Figuur 9: Effecten en gevolgen van compenserende hydrologische maatregelen.



Bron: Natuurreservaten v.z.w., 1994.

2.3 | Gevolgen

Directe gevolgen voor flora

Elke plantengemeenschap kenmerkt zich door een specifieke waterhuishouding. Zowel de gemiddelde grondwaterstand als het verloop van de grondwaterstand gedurende het jaar (schommelingen, minimale en maximale grondwaterstand) zijn van belang voor de ontwikkeling van een bepaalde plantengemeenschap. Bovendien stellen natuurlijke plantengemeenschappen vaak zeer strenge eisen aan de chemische en fysische waterkwaliteit. Veranderingen in de kwantitatieve waterhuishouding gaan meestal samen met waterkwaliteitswijzigingen. Zo zijn kwelafhankelijke vegetaties gevoelig voor veranderingen in het kalkgehalte, de ionensterkte, de temperatuur enz. van het kwelwater. Veranderingen in de sterkte en aard van de kwelstroom hebben in natuurgebieden dikwijls zeer negatieve gevolgen[15].

Dit alles impliceert dat een relatief geringe wijziging in de waterhuishouding grote gevolgen heeft voor de ontwikkeling van bepaalde plantengemeenschappen. Niet alleen een verlaging van de gemiddelde grondwaterstand maar ook een verhoogde schommeling van de grondwaterstand gedurende het jaar kan nefast zijn voor bepaalde plantengemeenschappen. Een sterkere fluctuatie in hoogte en snelheid van het oppervlaktewater is nadeling voor de stroomminnende flora (en fauna) en voor de levensgemeenschappen van traagstromende wateren.

In Vlaanderen is ongeveer 30 % van de hogere planten afhankelijk van het grondwater (freatofyt). Deze planten reiken ofwel met hun wortels direct tot aan de met water verzadigde zone ofwel zijn ze voor hun vochtvoorziening aangewezen op capillair opstijgend water. In 1978 werden in de Antwerpse Kempen 280 soorten freatofyten geteld. Daarvan waren er 149 soorten (53 %) bedreigd waarvan 53 (19 %) door verdroging[18]. Sinds 1850 zijn in onze duinen 62 freatofyten verdwenen en 69 sterk bedreigd[19]. Van de 65 obligate freatofyten die in de Vlaamse bosgebieden voorkomen, zijn er 29 (45 %) zeer gevoelig voor grondwaterstandsdaling[20].

De vermindering van kwel doet zich voornamelijk voor in (voormalige) brakwaterplassen, veen- en andere kwelgebieden (beekvalleien). De potentiële voedingsstoffeninhoud van deze systemen is doorgaans hoog, maar de meeste voedingsstoffen zijn onder natuurlijke omstandigheden vastgelegd in de bodem. In kwelgebieden houden soortenrijke, doch voedingsstoffenarme levensgemeenschappen zich in stand dankzij de permanente uitstroom van ijzer- en/of kalkrijk kwelwater[21]. Valt de kweldruk weg dan zal het systeem onherroepelijk zijn karakteristieke levensgemeenschap verliezen, ook als er water van een vergelijkbare kwaliteit wordt ingelaten[22]. Dit komt omdat alleen kwelwater rijk is aan opgelost gereduceerd ijzer. Wanneer gereduceerd ijzer de zuurstofrijke oppervlakkige bodemlagen of het bodemoppervlak bereikt, oxydeert het en slaat het neer met fosfaten. Aangezien dit een continu verlopend proces is, blijft het fosfaataanbod in de kwelgebieden beperkt. Bij wegvallen van de kwel zal de beschikbaarheid van fosfaat toenemen met vermesting tot gevolg.

Er is een belangrijke relatie tussen verdroging en de bemestingstoestand van percelen. Bij extensief gebruikt grasland speelt vooral de hogere beschikbaarheid van nutriënten via toegenomen mineralisatie een rol. Bij intensief gebruikt grasland lijkt vooral de verminderde vochtvoorziening belangrijk; bij verdergaande ontwatering kan dit ook bij extensief gebruikt grasland van belang worden. Ontwatering is dus vooral van invloed op de soortenrijkdom van graslandvegetaties bij een lage bemestingsintensiteit.

Fauna

De invloed van de daling van de grondwaterstand op de fauna is niet altijd eenduidig. Bij de achteruitgang van de fauna is meestal sprake van een vrij complexe combinatie van oorzaken: verandering van waterkwaliteit, vegetatiesamenstelling, infrastructuur en concurrentiepositie; en fysisch habitatverlies.

Weidevogels. Doordat de bodemfauna over het algemeen dieper in de grond komt te zitten, wordt de voedselbron veel moeilijker bereikbaar. Daarnaast verandert het voedselspectrum: de hoeveelheid insekten neemt af. Het is echter onduidelijk wat precies doorslaggevend is bij het verdwijnen van weidevogels: de daling van de grondwaterstand of het intensiever landgebruik.

Amfibieën. Doordat het aantal geschikte voortplantingsplaatsen afneemt, vermindert de mogelijkheid voor een succesvolle voortplanting.

Vissen. Door het droogvallen van bronnen, vennen en beken wordt het voortbestaan van de aanwezige vissen bedreigd (o.m. door het verloren gaan van voortplantingsplaatsen).

Ongewervelde waterdieren. Voor veel insekten (o.a. dagvlinders) geldt dat ze voor hun overleving en voortplanting afhankelijk zijn van bepaalde plantesoorten. Als deze soorten bedreigd zijn door verdroging, is ook het voortbestaan van veel insektensoorten in gevaar. Zo zet het gentiaanblauwtje haar eitjes af op de klokjesgentiaan, een plantesoort die in Vlaanderen alleen groeit in vochtige heide- en veengebieden. Bij een verdwijning van de klokjesgentiaan verdwijnt daarom ook het gentiaanblauwtje.

Indirecte gevolgen voor flora en fauna

Verdroging, voor zover een kritische ondergrens niet wordt bereikt, maakt een sterker gemechaniseerde landbouw mogelijk. Niet geploegde (gescheurde) weiden die voorheen te nat waren, worden na drainage geschikt voor bijvoorbeeld akkerbouw. Om de bewerking met zware machines te vergemakkelijken, worden dergelijke weiden vaak omgevormd tot eenvormig akkerland of niet permanent grasland. Dit leidt tot een verlies van biodiversiteit, zowel door een verlies van perceelsranden, als binnen de percelen die neigen naar monoculturen. Sterkere mechanisatie gaat gepaard met een intensiever bemestings- en besproeiingsschema, wat een bijkomend negatief effect heeft op de fauna en flora.

Natuurbeheer

De effectbestrijding van verdroging leidt vrijwel altijd tot verhoogde kosten voor het natuurbeheer.

Landbouw

Opbrengstvermindering. Opbrengstvermindering ten gevolge van watertekort kan optreden in de hogere delen van zandige gebieden (Kempisch plateau, Antwerpse Kempen) waar weinig mogelijkheden voor compensatiemaatregelen zijn en ook als de landbouw voor de vochtvoorziening van het grondwater afhankelijk is. Vooral bij de exploitatie van grasland kan hierdoor de zomerstilstand in de grasgroei vervroegd worden. De schade is afhankelijk van de weersomstandigheden en andere elementen zoals de infrastructuur, de landbouwprijzen, enz..

Opbrengstverhoging. Een daling van de (grond)waterspiegel leidt op vochtige tot natte gronden meestal tot een opbrengstverhoging op perceelsniveau. Tegenover deze opbrengstverhoging op perceelsniveau staan wel de gevolgen van de verhoogde mineralisatie en de verminderde denitrificatie.

Waterwinning

Grondwaterwinningen uit freatische lagen zijn gevoelig voor verdroging omdat deze winningen in hun eigen voedingsgebied liggen. Dit in tegenstelling met de winningen die hun water betrekken uit de afgesloten watervoerende lagen. Door de daling van de grondwaterspiegel of van het waterpeil van een watervoerende laag moeten de putten worden verdiept en moet er meer energie geïnvesteerd worden voor het oppompen. Indien zout grondwater aanwezig is op zekere diepte, kan een diepere onttrekking verzilting veroorzaken.

Infrastructuren

Door lokale grondwateronttrekkingen verlaagt de waterspanning en worden kleiige en vooral veen- of lignietlagen ontwaterd en samengedrukt. Een verlaagde waterstand heeft een nadelige invloed op de houten fundamenten van beschermde of waardevolle gebouwen. Onder anaërobe omstandigheden blijven de houten funderingen van oude gebouwen beter bewaard. Door contact met de lucht versnelt de afbraak.

2.4 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

In eerste plaats gaat bij het thema verdroging de aandacht uit naar de waterkwantiteit. Voor de kwaliteit van het grondwater verwijzen we naar de streef-, richt-, en grenswaarden vermeld in de verschillende thema's.

Aan de hand van ecohydrologische modellen kunnen we schatten hoeveel water er maximaal onttrokken mag worden. De modellen trachten de gevolgen te voorspellen van ingrepen in het hydrologische systeem. Het gaat hierbij meestal om ingrepen in de waterkwaniteit. Effecten van peilverlagingen en waterwinningen op de waterkwaliteit zijn niet of slechts summier in de modellen opgenomen. Tot nog toe werd nog geen enkel model geëvalueerd. Met een evaluatie moet immers jaren tot decennia gewacht worden omdat de modellen voorspellingen doen voor een nieuwe evenwichtssituatie van het abiotisch milieu[23].

Er zou gestreefd moeten worden naar een *gebiedsgerichte bescherming* van ecologisch waardevolle gebieden. In deze gebieden moet de waterhuishouding intact blijven of hersteld worden. Bij het bepalen van de doelstellingen kunnen historische gegevens gebruikt worden voor de *referentiesituaties*. Zo moeten natuurlijke overstromingen in bepaalde gebieden weer mogelijk worden. De kwaliteit van het overstromende water moet wel overeenkomen met die van de referentiesituatie. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van *duurlijnen*. Duurlijnen geven de tijdsduur aan waarbij een bepaalde grondwaterstand overschreden wordt. Deze tijdsduur blijkt karakteristiek te zijn voor een bepaald vegetatietype[24]. Het gebruik van minimale *seizoensgebonden peilen* kan tevens een belangrijk hulpmiddel zijn.

Een andere mogelijkheid is het gebruik van *indicatororganismen*. Dit zijn soorten die afhankelijk zijn van bepaalde omgevingsfactoren. Indicatororganismen kunnen gebruikt worden om veranderingen in de waterhuishouding of beheersinspanningen te evalueren (biomonitoring). Het behoud van deze soorten zou steeds centraal moeten staan bij waterhuishoudkundige ingrepen in verdrogingsgevoelige gebieden. Hiermee wordt niet alleen de bescherming van de indicatorsoorten zelf verzekerd, maar ook de biodiversiteit in het algemeen.

3 | Bronnen en oorzaken

Bij een daling van het grondwaterpeil is het moeilijk de antropogene oorzaken van de klimatologische te onderscheiden.

Antropogene ingrepen veranderen het verloop van het grondwaterregime (inclusief bodemwater) van een gebied en de beschikbaarheid aan grondwater van de juiste kwaliteit. Natuurlijke verschijnselen, zoals seizoensgebonden wijzigingen in neerslag en temperatuur, kunnen de verdrogingsfenomenen versterken of verzwakken.

De oorzaken die een direct gevolg zijn van menselijke activiteiten zijn in te delen in twee groepen:

(1) *Activiteiten die de aanvoer van het grondwater verstoren (afname voeding)*:

- uitbreiding van de verharde oppervlakte door verstedelijking;
- hogere verdamping door gewijzigd bodemgebruik (intensieve landbouw, beregening, bebossing);
- waterbeheersingswerken zoals het rechttrekken en uitdiepen van beken (verlaging van de beekbedding) en verhoogde ont- en afwatering.

(2) *Activiteiten die de afvoer van het grondwater versterken (toename verliezen)*:

- grondwaterwinning ten behoeve van landbouw, industrie en openbare drinkwatervoorziening;

- snellere afvoer van het oppervlaktewater door waterbeheersingswerken (beekpeilverlaging);
- bemaling ten behoeve van infrastructuurwerken, wegenaanleg, bouwwerken, ontgrindingen, mijnbouw en zandwinningen;
- bemaling om (vervuild) grondwater af te voeren (bij vuilstort);
- wegzijging bij het doorbreken van relatief ondoorlatende lagen bij uitvoering van infrastructuurwerken;
- ontgronding.

De bijdrage van elk van de mogelijke oorzaken in de verdroging is moeilijk aan te geven. Vaak is een combinatie van ingrepen de oorzaak van verdroging. De complexe samenhang tussen verschillende hydrologische systemen op verschillende niveaus bemoeilijkt de interpretatie van lokale waarnemingen.

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van verdroging

Een voorstelling van het aandeel van iedere doelgroep in de verdroging is moeilijk: de oorzaak bestaat vaak uit een *combinatie van ingrepen* en heeft een streekgebonden karakter.

De verschillende doelgroepen zijn:

- waterbeheerders;
- huishoudens (drinkwater, afval- en spoelwater)
- bouwsector, wegenaanleg, boorfirma's;
- drinkwaterbedrijven;
- landbouw, met name de intensieve (irrigerende) teelten en veeteelt;
- bosbouw;
- industrieën met eigen produktieputten voor koel- en proceswater.

De behoeften van de sectoren worden gedekt door eigen winningen van grond- en oppervlaktewater enerzijds en door de watermaatschappijen anderzijds. Wat de onttrekking van grondwater betreft, gaat AMINAL ervan uit dat de drinkwaterbedrijven één derde van het werkelijk totale gebruik realiseren en dat één derde door de industrie en de landbouw wordt opgepompt[25]. Het resterende derde zou gewonnen worden uit niet-vergunde winningsputten. De grondwaterwinningen van de openbare watervoorziening betrekken ongeveer 60 % van het water uit freatisch grondwater en 40 % uit het afgesloten grondwater. Daar het freatisch grondwater minder afgeschermd wordt tegen bevuiling zal meer en meer geput worden uit het afgesloten grondwater en het oppervlaktewater. Het onderzoek naar mogelijke nieuwe waterwinningen zal in de toekomst uitgaan naar eigen Vlaamse voorraden.

AMINAL inventariseert de vergunningen voor het winnen van grondwater en controleert hoeveel grondwater werkelijk wordt opgepompt. De opgepompte hoeveelheden blijken duidelijk lager te zijn dan de vergunde hoeveelheden. De reden hiervoor is afhankelijk van het soort winning. De drinkwaterbedrijven beschouwen dit verschil als een strategische reserve voor de toekomst. De industrieën houden vaak niet - of nauwelijks - bij hoeveel water ze oppompen. De landbouw pompt meer water op dan vergund is.

Zonder besparingsmaatregelen kan een jaarlijkse stijging van 1,3 % in het totale drinkwater- en grondwaterverbruik (hoogwaardig water) verwacht worden (tabel 1)[26]. Met de inzet van besparingsmaatrgelen blijft het huidige hoogwaardige waterverbruik min of meer behouden.

Tabel 1: Inschatting van het totaal hoogwaardig waterverbruik (drinkwater en grondwater) voor 2010 in Vlaanderen zonder en met besparingsmaatregelen.

Jaar 2010	in 1 000 m³	
	Trendscenario	Besparingsscenario
Huishoudens (Conventionele besparingen)	318 225	227 736
Industrie		
• distributie	151 789	127 892
• grondwater	607 155	511 568
Landbouw	128 531	107 226
Totaal	1 205 700	994 449
Index 1990 = 100	*126*	*104*

Bron: Janssens I., Verbruggen A., 1993[26].

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Is verdroging structureel (voortvloeiend uit een gewijzigde bodemstructuur) dan zijn oplossingen moeilijk te realiseren. Natuurbeheerders kunnen knelpunten signaleren en actief meewerken aan oplossingen voor het verdrogingsprobleem.

Enkele mogelijke opties:

Waterbeheerders
- geen verdere af- en ontwatering van verdrogingsgevoelige gebieden;
- meewerken aan effectgerichte maatregelen.

Huishoudens
- rationeel waterverbruik (zuiniger verbruik);
- gebruik regenwater voor laagwaardige toepassingen.

Bouwsector
- nuttig gebruik van het opgepompte grondwater;
- effectgericht maatregelen zoals oppervlakte- of diepinfiltratie.

Drinkwaterbedrijven
- minder oppompen van grondwater in de nabijheid van verdrogingsgevoelige gebieden;
- geschikte locatiekeuze (reallocatie);
- omschakeling naar oppervlaktewaterwinning indien van een aanvaardbare en bestendige kwaliteit;
- bevoorradingsmogelijkheden;
- meewerken aan sensibilisatie rond rationeel watergebruik;
- alternatieve waterwinningen (waar mogelijk) bestuderen in relatie tot de evolutie van de waterkwaliteit (vooral oppervlaktewater);
- lekverliezen (in de toevoer en de distributie) systematisch opzoeken en bestrijden;
- spoelwater in productiecentra recupereren.

Landbouw
- rationeel watergebruik door beperking van het geïrrigeerd areaal, door aangepaste gewaskeuze, door waterbesparende investeringen (waterbedeling in stal, waterrecuperatie en gescheiden wateropvang, neerslagcaptatie, regeling microklimaat e.d.);
- minder af- en ontwatering in de nabijheid van verdrogingsgevoelige gebieden.

Bosbouw
- minder af- en ontwatering in de nabijheid van verdrogingsgevoelige gebieden;
- aangepaste boomsoortenkeuze.

Industrie

- aangepaste produktieprocédés die minder waterbehoevend zijn;
- gebruik van kwalitatief verschillend water naargelang de toepassing (proceswater vraagt hoogwaardige kwaliteit in tegenstelling tot koelwater of onderhoudswater);
- geen gebruik van grondwater voor laagwaardige toepassingen, indien alternatieven mogelijk;
- verlies op leidingen beperken;
- in het geval van koelwater: bekijken van alternatieven zoals luchtkoeling, het gebruik en hergebruik van oppervlaktewater, het gebruik in gesloten circuit, de mogelijkheden voor reïnfiltratie nagaan.

5 | Maatregelen

Maatregelen zijn geschikt als ze inspelen op het 'voeding/verlies' evenwicht van de waterreserve. We maken onderscheid tussen maatregelen die de effecten en de gevolgen van verdroging aanpakken (curatief en effectgericht) en maatregelen die de oorzaken direct en kwantitatief aanpakken (brongericht). De keuze van het type maatregel is afhankelijk van de doelgroepen en de gebiedskenmerken. Maatregelen kunnen erop gericht zijn op korte termijn een oplossing te bieden, of eerder een aanpak op lange termijn inhouden. Het algemeen beleid dient hierbij vooral afgestemd te zijn op enerzijds verhoogde infiltratiemogelijkheden via *integraal waterbeheer* en anderzijds op *rationeel watergebruik*. De formulering van een 'stand-still'beleid van verdroging op Vlaams niveau en een 'anti-verdrogingsbeleid' voor bepaalde gebieden zijn van bijzonder belang bij de aanpak van verdroging.

5.1 Effectgerichte maatregelen

- Ruimtelijke ordening: gescheiden riolering voor afval en opgevangen neerslagwater gekoppeld aan infiltratie en/of nuttig gebruik van het opgevangen neerslagwater; verhoging van de infiltratiemogelijkheden;
- Waterconservering: het zo lang mogelijk vasthouden van gebiedseigen water indien dit gebiedseigen water van een goede kwaliteit is en de vereiste samenstelling heeft. Dit kan onder meer via het plaatsen van bij voorkeur vele en kleinere stuwen;
- Wintermaaien en plaggen van verdroogde natuurgebieden;
- Maaiveldverlaging van verdroogde natuurgebieden door actieve natuurontwikkeling;
- Verhoging van beekbeddingen en grachtbodems;
- Demping van af- en ontwateringsgrachten;
- Instelling van hogere, minimum (grond)waterpeilen (minder af- en ontwatering) in bepaalde gebieden (natuurgerichte normstelling);
- Maximaal gebruik van infiltratietechnieken ter aanvulling van het grondwater in bepaalde gebieden (diepinfiltratie, e.d.) voor zover dit geen gevaar inhoudt voor de kwaliteit van het grondwater en er ook geen risico ontstaat voor een onomkeerbare vervuiling van de bodem;
- Afstemming van ont- en afwateringsmaatregelen binnen de invloedssfeer van permanente grondwaterwinningen.

Mogelijke instrumenten waaraan gedacht kan worden:

- Verordeningen;
- Opsporen en sanctioneren van niet vergunde winningen;
- Gemeentelijke land- en natuurinrichtingsplannen met aandacht voor verdrogingsaspecten.
- Land- en natuurinrichting voor herstel van door verdroging aangetaste ecosystemen.

5.2 | Brongerichte maatregelen

- Instandhouding en verbetering van de infiltratiemogelijkheden zowel in het landelijk gebied als in de stedelijke omgeving. Voor het landelijk gebied betekent dit onder meer de inschakeling van (natuurlijke) overstromingsgebieden en een verhoogd retentiebeleid waarbij het (regen)water langer de tijd krijgt om in de bodem te dringen. Een belangrijk instrument hierbij is het integraal waterbeheer;
- Beperking en/of aanpassing van waterhuishoudkundige ingrepen gericht op de instandhouding en/of verzekering van minimum (regionale of lokale) (grond)waterpeilen;
- Beperking van vooral freatische grondwaterwinningen samen met stimuli voor alternatieve waterwinningen: (i) winning van oppervlaktewater. Deze maatregel dient gepaard te gaan met de verhoging van de controle op lozingen, de verstrenging van lozingsnormen en de vermindering van vuilvrachten; (ii) ontzilting van zeewater. Dit is momenteel economisch nagenoeg niet haalbaar;
- Beperking van de grondwaterwinning dient onder meer afgestemd te zijn op de voor een gebied geformuleerde doelstellingen (bv. minimale kweldruk, minimum grondwaterpeil);
- Reallocatie van grondwaterwinningen gericht op minimale verdrogingsschade;
- Overschakeling in sommige gevallen op diepere, artesische winningen;
- Beperking van beregening met grondwater, zowel in de tijd als voor bepaalde gewassen;
- Bevordering en verhoging van de interne recyclage van water voor de industrie en de landbouw;
- Gebruik van het geschikte water voor elke toepassing. Dit houdt een beperking in van het gebruik van hoogwaardig grondwater voor laagwaardige toepassingen. Dit vraagt ook de vastlegging van de waterkwaliteit in functie van de gekozen toepassingen. Het zij echter opgemerkt dat het inrichten van een gescheiden waterbedeling een zeer dure zaak is;
- Nuttig gebruik van het water dat ten behoeve van infrastructuurwerken (bemaling) wordt opgepompt, vooral in het geval van grote en langdurige werken;
- De operationalisering van rationeel watergebruik. Instrumenten hiertoe zijn onder meer voorlichting inzake zuinig verbruik, een verhoogde progressieve waterheffing en premies voor waterbesparende investeringen in landbouw en industrie.

Vooraleer een beleidskeuze uit te werken, moet onderzocht worden of het nodig is om alle verdroogde terreinen te herstellen in hun oorspronkelijke situatie. De oorspronkelijke situatie moet hierbij zo nauwkeurig mogelijk beschreven zijn. Indien de oorzaken structureel zijn, is het vaak moeilijk het herstel van de oude situatie te realiseren. Het is best om te werken met een prioriteitenlijst van de (natuur)gebieden die voor herstelmaatregelen in aanmerking komen. De ecologische potentie van een gebied en de intactheid van de natuurlijke waterhuishouding bepalen in hoeverre de maatregelen ter bestrijding van verdroging de natuurlijke kwaliteit van het terrein kan betekenen. Door een gefaseerde aanpak kan stapsgewijs een verbetering worden bereikt. Soms is een regionale aanpak noodzakelijk vanwege de onderlinge samenhang tussen afzonderlijke terreinen.

Een combinatie van maatregelen is te realiseren door de overheid (op gewestelijk, provinciaal, gemeentelijk beleidsniveau) in het kader van een:

- uitwerking van gemeentelijke land- en natuurinrichtingsplannen met aandacht voor verdrogingsaspecten;
- grondwaterdecreet met een gewijzigd en verstrengd vergunningsbeleid;
- retentiebeleid;
- decreet op het rivierbekkenbeleid (in voorbereiding);

- vestigingsbeleid;
- opstelling van regionale waterconserveringsplannen of waterkonserveringsplannen per bekken;
- integraal waterbeheer;
- anti-verdrogingsbeleid (doelstellingen voor het terugdringing van de oppervlakte verdroogde natuurgebieden);
- natuurbehoudsbeleid.

Ter aanvulling van deze beleidsopties zal eveneens aandacht moeten worden geschonken aan de ontwikkeling en implementatie van een bevredigend controlemechanisme op overtredingen en aan de evolutie van de verdrogingsverschijnselen.

5.3 | Onderzoek en monitoring

Het verdrogingsonderzoek heeft in de toekomst meer middelen nodig. Ondermeer moeten de activiteiten van het grondwatermeetnet verdergezet en uitgebreid worden om tot een continue meetreeks te komen. Ook moet er een gericht biomonitoringsonderzoek worden uitgewerkt. Zo kan nagegaan worden hoe bepaalde indicatororganismen evolueren in functie van de waterhuishouding. Het selecteren van geschikte indicatororganismen moet bovendien meer aandacht krijgen. Ook het concept van de duurlijnen dient uitgewerkt te worden. Daarnaast moet meer geïnvesteerd worden in het onderzoek (inventarisatie) naar de verspreiding van de verdroging in natuurgebieden in Vlaanderen. De vergelijking van dit onderzoek met de resultaten van het grondwatermeetnet zal ongetwijfeld leiden tot een verbeterd inzicht.

Een eerste vereiste bij het bepalen van herstelmaatregelen is inzicht in de ligging van de verdroogde gebieden en in de oorzaken van verdroging. Daarom moeten hydrologisch gevoelige vegetaties en hun verdrogingstoestand in kaart worden gebracht. Het in kaart brengen van lokale tot regionale (grond)watersystemen is eveneens van bijzonder belang. Er wordt nog gewerkt aan een strategie om de bestaande gegevens vanuit de verschillende bronnen op elkaar af te stemmen, en te gebruiken in een geografische analyse. Dit zal leiden tot het formuleren van aanbevelingen voor het opstarten van een gebiedsdekkend verdrogingsonderzoek voor Vlaanderen.

Referenties

1 v.d.Kloet P., Hooghart J.C. (red.), Meten, meetnetten en optimale meetnetontwerpen ten dienste van het waterbeheer, Commissie voor hydrologisch onderzoek TNO, 's Gravenhage, 1986.

2 TNO, Commissie voor hydrologisch onderzoek, Verklarende hydrologische woordenlijst, 's-Gravenhage, 1986.

3 Provincie Limburg, Water in balans, Provinciaal Waterhuishoudingsplan 1991-1995, 1992.

4 Meyus Y., De Smedt F., Inventarisatie, voorstelling en interpretatie van gegevens m.b.t. grondwaterbeleid: Kwartair van Brabant en Landeniaan, Heersiaan en Krijt van Zuid-Limburg en Oost-Brabant, Dienst Hydrogeologie, Fakulteit van de Toegepaste Wetenschappen, VUB, Brussel, 1993.

5 Studieresultaten 1983-1987 van de Studiecommissie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap, Water boven Water, 1988.

6 Goeteyn L, Rutten J., Verdroging in Vlaanderen, meer dan een lokaal milieuprobleem. Bond Beter Leefmilieu en Natuurreservaten v.z.w., 1991

7 IVM, CML, TNO, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Verdroging van Natuur en Landschap, 1989.

8 TNO, Dienst grondwaterverkenning, Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland -analyse periode 1950-1986, Ministerie van Verkeer & Waterstaat, 1989.

9 RIVM, Nationale Milieuverkenning 2, 1990-

2010, Samsom H.D.Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn, 1991.

10 Loy W, Goossens E., Het Brusseliaan in Vlaams-Brabant, Het Landeniaan in het Dijle- en Zennebekken, Het Krijt in het Dijle- en Zennebekken, De Karboonkalksteen in West-Vlaanderen, KUL, Instituut voor Aardwetenschappen, Leuven, 1993.

11 Van Autenboer T., Cammaer C., Fobbe B., het grondwater in het maasbekken (Noord- en Oost-Limburg): Inventarisatie van beschikbare gegevens, Toegepaste geologie, LUC, Diepenbeek, 1993.

12 Tavernier R., Maréchal R., Bodemassociatiekaart van België 1/500,000, Atlas van België, 1972

13 Van Damme M., *Bodem, 2* (1993).

14 Instituut voor Natuurbehoud, Structuurplan Vlaanderen, Deelfacet open ruimte, eindrapport, 1993.

15 Van Ghelue P., Decleer K., De Blust G., Paelinkx D., Kuyken E., Aanzet tot een regionaal landschapsecologisch model (RELEM) voor het gebruik in landinrichting, Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 1993.

16 Rutten, J., Niet gepubliceerd document, Natuurreservaten v.z.w., 1993.

17 Yckhout J., Rutten J., Niet gepubliceerd document, Natuurreservaten v.z.w., 1994.

18 Strijckers J., Verheyen R., Onderzoek van de waterrijke gebieden in de Antwerpse Kempen ten behoeve van het grondwaterbeleid en natuurbehoud. Wilrijk, 1978.

19 De Raeve F., In: Water voor Groen, Brussel, 1984, 431.

20 Hermy M. (red.), Natuurbeheer, Van de Wiele, Stichting Leefmilieu, Natuurreservaten v.z.w.,Instituut voor Natuurbehoud, 1989.

21 Bloemendaal F.H.J.L., Roelofs J.G.M., Waterplanten en Waterkwaliteit, Utrecht, 1988.

22 Verhoeven J. et al., In: Vegetation of inland waters, Kluwer, Dordrecht, 1988.

23 Wassen M.J., *Landschap 9/2* (1992).

24 Jansen A., *Landschap 9/2*, (1992).

25 Janssens I., Verbruggen A., Rationeel watergebruik - Inschatting van de mogelijkheden in de grote verbruikssectoren in Vlaanderen, STEM v.z.w., 1993.

26 AMINAL. De Drinkwatervoorziening in Vlaanderen - Richtnota, Brussel, 1992.

Begeleiders

S. Beernaert, VMW

W. De Breuck, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, RUG

W. Loy, Instituut voor Aardwetenschappen, KUL

T. Van Autenboer, Departement SBG, LUC

R.F. Verheyen, Departement Biologie, UIA

III.12 Versnippering van de Open Ruimte

M. Antrop, S. Van Damme, Vakgroep Geografie, RUG
A. Dhondt, E. Matthysen, Departement Biologie, UIA

1 | Beschrijving van het thema

Versnippering van de Open Ruimte verwijst naar het opdelen van ruimtelijke gehelen in kleinere stukken in de loop van de tijd. De term versnippering heeft een negatieve bijklank omdat het opdelen van de ruimte voornamelijk negatieve effecten heeft. Een bekend voorbeeld is het versnijden van een bos door nieuwe wegen of het geleidelijk verschrompelen van uitgestrekte bossen tot verspreide bosrestjes, met negatieve gevolgen voor het voortbestaan van de verscheidenheid aan bosflora en -fauna. Het is niet alleen op de natuur dat versnippering een negatieve invloed heeft. Zo leidt versnippering van uitgestrekte landbouwgronden in kleine percelen tot onrendabele bedrijfsvoering. Een nieuwe spoorweg door een bebouwde zone isoleert de bewoners aan de ene kant van die langs de andere kant en noodzaakt het maken van grote omwegen voor een deel van de bevolking. Een esthetisch gaaf landschap kan veel van zijn charme verliezen door een doorkruisende hoogspanningslijn.

Versnippering heeft blijkbaar hoofdzakelijk negatieve effecten voor ons leefmilieu. Het bouwen van steden, het aanleggen van wegen en kanalen, het ontginnen van woeste gronden en het aanleggen van landbouwpercelen zijn nochtans activiteiten die onze maatschappij gevormd hebben en die het natuurlijke milieu leefbaarder gemaakt hebben voor het steeds toenemend aantal mensen. Deze tegenstelling geeft aanleiding tot een aantal belangrijke vragen. Gaan al deze ingrepen wel gepaard met uitsluitend negatieve effecten voor het milieu? Waarom ervaren we dergelijke ingrepen vooral vandaag als negatief? Hoe moeten we versnippering thans inschatten als we rekening houden met de gevolgen ervan voor natuur, milieu en mens?

We bespreken de problematiek van de versnippering van de Open Ruimte vanuit twee invalshoeken: vanuit de mens en zijn leefruimte, en vanuit de fauna en flora en de natuurgebieden. We hanteren het begrip 'Open Ruimte' volgens de definitie van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen: namelijk "de ruimte waarin het onbebouwde gedeelte een wezenlijk onderdeel vormt en waar natuurlijke en landschappelijke elementen in hun onderlinge samenhang bepalend zijn voor de structuur[1]". De betekenis ervan voor de ruimtelijke ordening, de landschapszorg en het natuurbehoud wordt uitgedrukt in een aantal moeilijk te definiëren begrippen zoals 'schaarste', 'kwaliteit' (verstoring, aantasting, dichtslibbing, versnippering...) en 'context', die vooral gezien wordt als de ruimtelijke samenhang met het omliggende ruimtegebruik. Een analyse van de kenmerken van de Open Ruimte en van het landschap in termen van daling van milieukwaliteit en verstoringsprocessen gebeurt slechts af en toe, en dan nog alleen plaatselijk.

Aangezien de ecologische gevolgen van versnippering nauwelijks bestudeerd zijn in Vlaanderen, trachten we ze in te schatten aan de hand van theoretische studies en resultaten uit binnen- en buitenlandse studies, deze laatste enkel voor zover de ecosystemen en het schaalniveau voldoende overeenstemmen.

1.1 | Algemene concepten

Het probleem van de versnippering van de Open Ruimte speelt zich af in de '*geografische ruimte*'. De klassieke voorstelling hiervan is een driedimensionale ruimte waarin de plaats van een object bepaald wordt in termen van 'lengte', 'breedte' en 'hoogte'. Dit algemeen aanvaard geometrisch referentiesysteem waarbij de afstanden louter in meters of in kilometers worden uitgedrukt, heeft veel beperkingen voor de beoefening van de geografie en de ecologie. Een voorbeeld verduidelijkt dit: de geometrische afstand van Gent naar Brussel bedraagt ongeveer 50 km; de tijdsafstand met de auto varieert echter van dertig minuten tot meer dan anderhalf uur wanneer men in de file staat. Afstanden worden daarom ook wel uitgedrukt in tijd, kosten of inspanning. Hierdoor is de afstand eerder een aanduiding van de 'nabijheid' van met elkaar verbonden plaatsen. Afhankelijk van de 'nabijheid' kunnen die plaatsen een sterke of minder sterke invloed op elkaar hebben. Deze mate van onderlinge beïnvloeding is van essentieel belang in de landschapsecologie.

De geografische ruimte vormt het integratiekader van alle processen en effecten die aanwezig zijn in het milieu. Het landschap weerspiegelt het eindresultaat hiervan. De ontwikkeling van de geografische ruimte kenmerkte zich tot aan de moderne tijd door een meestal harmonische ruimtelijke differentiatie in landschappelijke types tussen twee polen: het rurale (landelijke) milieu en het stedelijke milieu, beide ontstaan door het geleidelijk in cultuur nemen van het natuurlijke milieu door de mens. Zowel in het landelijke als in het stedelijke milieu bestaat de opbouw van het landschap uit ruimten en massa's die op verschillende wijzen geordend zijn, met elkaar verbonden zijn of van elkaar gescheiden worden. De ruimten hierin kunnen slechts herkend en begrensd worden wanneer ze een onbelemmerd zicht toelaten. In deze optiek refereert 'open ruimte' naar een fysieke entiteit die waargenomen kan worden. Een open ruimte wordt dus gevormd door een stuk van het aardoppervlak waarin objecten slechts sterk verspreid aanwezig zijn en/of lager zijn dan ooghoogte zodat ze niet als begrenzend ervaren worden. De open ruimte wordt begrensd door niet-transparante voorwerpen die hoger zijn dan ooghoogte of door de sky-line van het reliëf.

De term 'open ruimte' wordt ook gebruikt in een abstractere betekenis en dan schrijft men dikwijls Open Ruimte, een conventie die ook in deze bijdrage aangehouden zal worden. De Open Ruimte is een begrip uit de ruimtelijke planning dat refereert naar het buitenstedelijke gebied, ook nog aangeduid als het landelijke gebied of het rurale gebied[2]. Het begrip omvat gebieden met landbouwland en dorpen, met bossen en heide, en natuurgebieden.

De Open Ruimte is één van de componenten van een landschap. Het begrip *landschap* wordt veelvuldig gebruikt in de meest uiteenlopende betekenissen en komt daardoor over als een vaag en moeilijk te vatten iets. De wetenschappelijke definitie ervan luidt: 'Het landschap is het zintuiglijke en hoofdzakelijk visueel-waarneembare gedeelte van het aardoppervlak, dat zich uitstrekt hetzij tot aan de gezichtseinder, hetzij tot aan de ultieme skyline; het wordt als een mogelijkerwijs gedifferentieerd en dynamisch geheel waargenomen. De componenten ervan zijn zowel van endogene als exogene oorsprong en bestaan uit elementen van zowel biotische als abiotische aard; de waarneming is afhankelijk van het tijdstip, de standplaats en de wijze van waarneming en de perceptie van de observator[3]'. Deze definitie toont duidelijk de complexiteit van het concept.

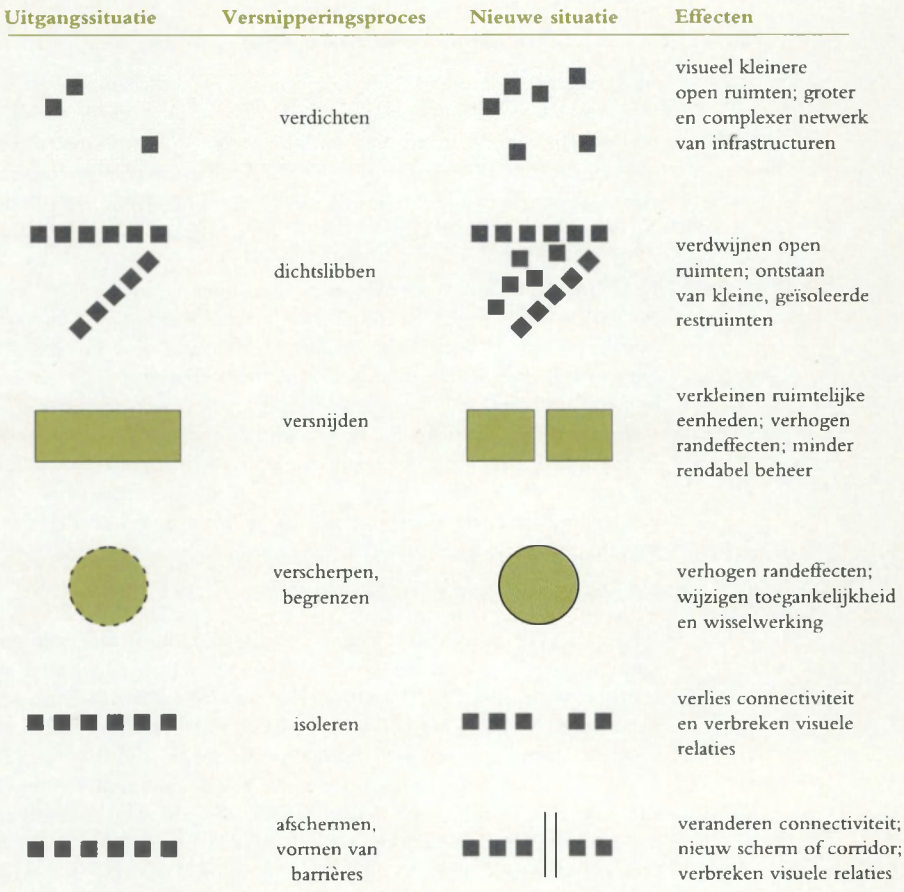
1.2 | Typologie van de versnippering

Er zijn verschillende processen die versnippering veroorzaken en het resultaat van versnippering kan vele vormen aannemen. Dit kan tot tegenstrijdigheden leiden. Zo kan een ontsnippering van de perceelsstructuur door het wegnemen van de haagkanten in het kader van een ruilverkaveling juist de oorzaak zijn van de versnippering van het ecologische netwerk in het landschap. Om het begrip te verduidelijken zullen we de 'versnippering' vanuit verschillende invalshoeken benaderen aan de hand van een aantal complementaire typologieën.

Naar mechanisme van versnippering

De mechanismen van versnippering uiten zich meestal in min of meer duidelijk herkenbare veranderingen in de morfologie of de structuur van het landschap. Afhankelijk van het proces dat deze veranderingen veroorzaakt, zijn er verschillende types van versnippering (figuur 1: zwarte vierkantjes stellen abiotische massa's voor, gearceerde vierhoeken en cirkels stellen biotische massa's voor met aanduiding van de randeffecten).

Figuur 1: Mechanismen en effecten van versnippering.



Naar benadering, invalshoek van versnippering

Morfologische versnippering is de eenvoudigste vorm van versnippering waarbij een waarneembaar geheel met een eigen vorm ten gevolge van diverse mechanismen een andere vorm krijgt. Dit kan gepaard gaan met een functionele versnippering wanneer één of meerdere functies van het oorspronkelijke geheel van elkaar ontkoppeld worden. Dit type van versnippering doet zich bijvoorbeeld voor wanneer een deel van een weiland een functie van huisweide krijgt toebedeeld. De structurele versnippering is enigszins een combinatie van de vorige twee types. De wisselwerking tussen ruimtelijk verbonden elementen raakt verbroken, waardoor de historisch gegroeide structuur in het landschap wordt gewijzigd. Een voorbeeld is het opruimen van houtkanten of bomenrijen waardoor het kenmerkende patroon verandert, het landschap van gesloten naar open evolueert, of de ecologische verbindingsfunctie verdwijnt.

Het is nuttig de versnippering volgens deze invalshoeken te belichten om de afzonderlijke mechanismen gemakkelijker in kaart te kunnen brengen en om kwaliteitsdoelstellingen te kunnen bepalen. Deze vormen van versnippering kunnen echter wel steeds op een wisselende manier gecombineerd zijn en gezamenlijk in het landschap voorkomen.

Naar herkenbaarheid van versnippering

Versnippering kan min of meer zichtbaar in het landschap aanwezig zijn. Voorbeelden van zichtbare versnippering zijn talrijk, zoals de ecologische versnijding van een open ruimte door punt- en lijnvormige natuurelementen. Een voorbeeld van een minder zichtbare versnippering is de kadastrale opdeling van een perceel of de versnijding ten gevolge van een plaatselijke vervuiling van het grondwater.

Naar oorzaak van versnippering

In Nederland onderscheidt men natte versnippering door waterwegen, en droge versnippering door de aanleg van spoor- of autowegen. Ook bebouwing kan een versnippering van de ruimte veroorzaken. De aanplanting van biologische landschapselementen kan eveneens de oorzaak zijn van versnippering, want een niet transparante bomenrij of haag kan bijvoorbeeld de open ruimte in compartimenten verdelen. Versnippering is ook mogelijk door lokale milieudegradatie, zoals bijvoorbeeld door de lozing van afvalwater in een zuivere beek. Naast deze versnippering door menselijk handelen is er ook versnippering door natuurlijke fenomenen. Voorbeelden hiervan zijn blikseminslagen en overstromingen. Ze kunnen bomenrijen vernietigen en daardoor de landschappelijke structuur doorbreken.

Naar voorwerp van versnippering

Naargelang een bepaald deel van de geografische ruimte aan versnippering onderhevig is, kan een typologie naar voorwerp van versnippering worden opgesteld. Immers, afhankelijk van de invalshoek van waaruit men de versnippering van de ruimte evalueert, kan bijvoorbeeld het wegruimen van houtkanten enerzijds een versnippering van een ecologische habitat betekenen en anderzijds een ontsnippering van de ruimte, waarin die houtkanten het zicht belemmerden. Vanuit deze optiek kan ook versnippering van de geürbaniseerde ruimte beschouwd worden, wanneer een coherente huizenblok door sloop of afbraak in een aantal delen wordt verdeeld, terwijl de Open Ruimte op die manier ontsnipperd wordt.

1.3 | Relevantie

Betekenis voor de mens

Voor de problematiek van de versnippering van de Open Ruimte zijn drie kerngedachten in verband met het landschap relevant: het landschap is een *holistisch* verschijnsel, het concept is *relatief ten overstaan van de waarnemer* en het is *dynamisch*[4].

'Holistisch' betekent hier dat ieder element in een landschap zijn betekenis krijgt door de omliggende elementen. Dit impliceert dat door een verandering van enkele kleine elementen ook het geheel kan veranderen. Dit holistisch karakter is nauw verwant met waarnemingseigenschappen van de mens die ook holistisch werken: het waargenomene wordt meteen gekleurd met herinneringen en de achtergrondkennis die erdoor opgeroepen worden. Op die manier worden landschapswaarneming en landschapsbeleving dikwijls één en bepaalt het landschap mede de houding en het handelen van de mens in het leefmilieu. Tenslotte is een landschap wezenlijk dynamisch, bijvoorbeeld door de wisseling van seizoenen.

Het landschap heeft in de ruimtelijke ordening niet alleen een betekenis als een integrerend facet. Het vormt ook een sector voor wat de erfgoedwaarde van het landschap betreft, en dit zowel op cultuurhistorisch vlak als op geologisch-geomorfologisch vlak. Als sector komt het dicht bij de sector natuurbehoud te staan. Dit is niet verwonderlijk aangezien heel wat waardevolle landschappen en natuurgebieden behoren tot de nog min of meer gaaf gebleven Open Ruimte.

De geografische ruimte kan in dit kader gezien worden als een geheel dat met voorwerpen en infrastructuren 'gevuld' kan worden en dat op verschillende wijzen gebruikt kan worden. Dit houdt in dat Open Ruimte 'verbruikt' kan worden en dus eindig is. De kwaliteiten en ontwikkelingsmogelijkheden ervan worden bepaald door de ruimtelijke schikking en de aard van de vulling van het geheel en van de versnijdingen die erin aanwezig zijn.

Betekenis voor het natuurbehoud

Het belangrijkste gevolg van versnippering van de Open Ruimte voor het natuurbehoud is het verlies aan waardevolle biotopen door versnijden of dichtslibben met infrastructuren en bebouwing, of het omzetten naar landbouwgronden of bossen. Verlies aan natuur wordt behandeld in III.14 Verlies van biodiversiteit.

Een tweede gevolg van versnippering is de toename van randeffecten en anderzijds een vermindering van de ruimtelijke samenhang tussen biotopen (kleinere oppervlakten). Dit laatste wordt nog versterkt door de toenemende isolatie tussen gebieden en door het vormen van barrières (figuur 1). Kwetsbare dieren- en plantenpopulaties kunnen hierdoor onherroepelijk verloren gaan. Versnippering houdt echter ook in dat er nieuwe biotopen in het landschap gecreëerd worden zoals houtwallen, bermen en dijken. Deze hebben een eigen ecologische waarde.

Een efficiënt natuur- en milieubeheer wordt ook gehinderd door versnippering van ruimtegebruik en van bevoegdheden.

1.4 | Ruimtelijk perspectief

Versnippering ruimtelijk voorstellen kan op vele manieren. In het kader van het landschaps- en natuurbehoud worden er drie vormen voorgesteld die gebaseerd zijn op de schaal waarmee de benadering gebeurt. Op het *grootschalige niveau* (spilschaal 1/5 000) kunnen de oorzaken (of veroorzakers) en gevolgen van versnippering op een concrete manier voorgesteld worden. Het *middelschalige niveau* (spilschaal 1/10 000) biedt het voordeel een regionaal overzicht te maken en een eerste synthese of evolutie in kaart te brengen. De complexiteit van de wisselwerking tussen de ver-

schillende bronnen en de waaier van effecten kan voorgesteld worden. Op het *kleinschalige niveau* (spilschaal 1/100 000) wordt een samengevat en dus eerder abstract overzicht gegeven van bijvoorbeeld de spreiding van de effecten in het gehele Vlaamse Gewest. Dit kan slechts gebeuren op een indirecte manier door gebruik te maken van indicatoren of van een combinatie van significante variabelen.

Hier wordt cartografisch enkel een overzicht gegeven op het kleinschalig niveau (figuur 2 in 2.1).

1.5 | Tijdsperspectief

Landschappen ontstaan door ingrepen van de mens die elkaar opvolgen en overlappen in de loop van de geschiedenis. Eeuwenlang zijn die ingrepen gekenmerkt geweest door subtiele aanpassingen van de leefomgeving, gebruikmakend van de beschikbare technologie en nauwgezet rekening houdend met natuurlijke, culturele, sociale en economische gegevenheden. Deze aanpassingen resulteerden in een regionale differentiatie die aan de basis ligt van de geografische streken en traditionele landschappen met een uitgesproken identiteit[5]. Deze kenmerkende landschappen, daterend van voor de fundamentele veranderingen ten tijde van de Industriële Revolutie, zijn goed te herkennen op de eerste volledige kaartbedekking van onze gewesten, de kabinetskaart van Ferraris (ca. 1770) en op de eerste topografische kaart van de tweede helft van de 19de eeuw.

De natuur in deze traditionele landschappen is reeds sterk versnipperd. De secundaire levensgemeenschappen die in deze kleinschalige, versnipperde landschappen evolueerden zijn vaak zeer soortenrijk (zie III.14 Verlies van biodiversiteit). Het zijn eerder deze traditionele landschappen en levensgemeenschappen die als referentiebeeld dienen voor de huidige versnipperingstrends, dan de ongerepte situatie.

Vooral na de Tweede Wereldoorlog worden de ingrepen op de traditionele landschappen steeds grootschaliger en stereotieper en ze volgen elkaar steeds sneller op. Hierdoor verdwijnt de bestaande landschappelijke diversiteit en verliezen de geografische streken hun identiteit, waardoor meer uniforme landschappen met een weinig uitgesproken karakter ontstaan. Dit proces, evenals de ermee gepaard gaande versnippering van de Open Ruimte is te volgen op de verschillende gedetailleerde landsdekkende topografische kaarten die in België sinds 1830 werden vervaardigd, en op luchtfoto-opnames van na de Tweede Wereldoorlog. Deze documenten zijn belangrijk om de versnippering van de 'Open Ruimte' te onderzoeken. Kaarten worden echter gemaakt met een bepaald doel voor ogen en zijn daarom geen eenduidige weergave van de volledige werkelijkheid. De weergave en de graad van detail waarmee vooral kleine structurerende elementen voorgesteld worden, kunnen nogal sterk wisselen. Veranderingen in structuren en dichtheden kunnen daarom slechts kwantitatief geëvalueerd worden na een grondige studie van en een vergelijking met andere informatiebronnen. Pas dan wordt het mogelijk om trends in ontwikkeling te onderscheiden en zinvolle scenario's voor de toekomst uit te werken.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Huidige toestand in Vlaanderen

Oppervlakte van de Open Ruimte

De NIS-categorieën zijn de enige statistische bron met informatie over het oppervlakteaandeel van de open ruimte. De 'onbebouwde' ruimte bedroeg in 1980 volgens de bodembezettingsstatistieken van het NIS 84,4 % van de totale oppervlakte van het Vlaamse Gewest (1 139 726 ha). Ze omvat agrarische gronden, bossen en woeste

gronden, recreatieterreinen en parken, en waters en wegen (zie tabel 1). Deze oppervlakte daalde in 1992 tot nog slechts 79,5 % van het totale oppervlak. De reden van deze sterke daling moet vooral gezocht worden in de afname van de agrarische oppervlakte ten voordele van de bebouwde oppervlakte. Deze laatste nam toe van 9,9 % van de totale oppervlakte in 1980[6] tot 13,9 % in 1992.

De bodemgebruikscategorieën van het NIS geven echter geen duidelijk beeld van de morfologische verstedelijking en het aandeel van de Open Ruimte in het geheel. Zo worden bijvoorbeeld de gekadastreerde wegen ondergebracht bij de onbebouwde ruimte evenals de recreatievoorzieningen. De niet-gekadastreerde gronden, 6,7 % van het totaal in 1992, zijn niet in de classificatie onbebouwd en bebouwd opgenomen, maar kunnen wel infrastructuren bevatten (zie ook II.1 Bevolking). De NIS-categorieën blijken niet representatief te zijn voor de gestelde problematiek en moeten dus zeer voorzichtig gebruikt worden.

Tabel 1: Bodembezetting in het Vlaamse Gewest in 1980 en 1992.

		1980 (%)	1992 (%)
Onbebouwd		*84,4*	*79,5*
	agrarisch	64,1	59,8
	bos, woeste gronden	12,2	11,7
	tuinen, parken, recreatie...	7,0	6,8
	waters en wegen	1,1	1,2
Bebouwd		*9,9*	*13,8*
Niet-gekadastreerd		*5,7*	*6,7*

Bron: NIS, 1980 en 1992[7].

Versnippering van het landbouwareaal

Sedert het begin van deze eeuw kende het aantal landbouwactieven een bijzonder sterke daling: van 21,5 % van de Belgische beroepsbevolking in 1910 tot 2,6 % in 1989[8]. Deze afname ging vanaf 1959 gepaard met een algemene bedrijfsvergroting en met een sterke versnippering van de gronden. Om deze onrendabele bedrijfsversnippering tegen te gaan werd de ruilverkaveling ingevoerd (wetten van 25.6.1956 en 22.7.1970) met een uitbreiding in verband met 'maatregelen van landinrichting in het kader van de ruilverkaveling' (wet van 1.8.1978). Ondanks deze maatregelen verschilt de huidige bedrijfsoppervlakte nog steeds sterk van landbouwstreek tot landbouwstreek. Landbouwstreken zijn wettelijk vastgelegde administratieve eenheden die verschillen van de geografische streken, de traditionele landschappen en ecodistricten die dezelfde naam kunnen dragen.

Versnippering van perceelsrandbegroeiingen

Eén van de meest opvallende aspecten van de veranderingen in het landschap is het uitdunnen en verdwijnen van de perceelsrandbegroeiingen, zoals houtkanten en (knot)bomenrijen. Het perceptieve effect hiervan is een visuele 'uitkleding' van een min of meer gesloten hagenlandschap, dat wil zeggen een ontsnippering van de Open Ruimte. Ecologisch heeft dit echter een versnippering van de kleine lineaire landschapselementen tot gevolg, evenals talrijke microklimatologische veranderingen en wijzigingen in bodemerosie. In het zandige Westvlaamse Houtland werd een afname van de perceelsrandbegroeiing geschat van maximale dichtheden van 20 000 m/km² op het einde van de 19de eeuw tot soms minder dan 500 m/km² in 1986, wat een verlies van 70 tot 95 procent betekent[9]. Dat verlies verschilt van gemeente tot gemeente en is afhankelijk van de natuurlijke gesteldheid en het al dan niet actieve beleid van de gemeente inzake ruimtelijke ordening en natuurbehoud, vooral met betrekking tot het naleven van het kapverbod.

Versnijding door infrastructuren

We kunnen geen gedetailleerd overzicht van de diverse vormen van versnippering in Vlaanderen geven wegens het ontbreken van grootschalige gegevens.

De kaart van de versnippering door infrastructuren uit de Typologie Landelijke gebieden van de Stichting Plattelandsbeleid geeft wel een indicatie van de globale impact van de versnijding door infrastructuren (zie figuur 2)[10]. Deze kaart steunt op de topografische kaart van het NGI op schaal 1/100 000 van 1988. Per gemeente werd een index berekend die het aantal versnijdingen per km² door autowegen, spoorwegen, kanalen en hoogspanningsleidingen geeft ten opzichte van de totale gemeentelijke oppervlakte. Gemiddeld bedraagt deze index voor alle gemeenten van het Vlaamse Gewest 44,3 versnijdingen/km² met een standaardafwijking van 25,5. Negen gemeenten van de 308 hebben geen versnijding door infrastructuren en de gemeente Machelen scoort het hoogst met 141,7 versnijdingen/km².

Het kaartbeeld toont de hoogste waarden in de grote stedelijke agglomeraties en hun randzone. Dit beeld geldt minder duidelijk voor de regionale steden. Zo scoren de periferie van Turnhout, Roeselare, Aalst en Sint-Niklaas minder dan die van Brugge, Oostende, Kortrijk, Leuven en Genk. Opvallend hoge scores worden verder gevonden langs een aantal grote verbindingsassen. Uiteraard zijn dit in de eerste plaats de grote autosnelwegen. Zo doet zich een hoge versnijdingsindex voor langs de E17 van Kortrijk tot Gent en van Lokeren tot Antwerpen en langs de E313 van Antwerpen tot Herentals. Een hoge mate van versnijding bestaat ook langs de E40 van Oostende tot Brussel, langs de Boudewijnsnelweg, langs de A1 Brussel - Antwerpen en langs de nieuwe A17 Kortrijk-Brugge en de A2. Minder opvallende waarden komen voor langs de E40 van Brussel naar Luik, en langs de E19 en de E34 door de Noorderkempen. Langs deze assen worden lokaal concentraties van hoge waarden gevonden zoals van Lokeren tot Waasmunster en Rupelmonde, van Dendermonde tot Mechelen, rond Aarschot en langs de Limburgse Maas. Er zijn ook groeperingen met bijzonder weinig versnijdingen door infrastructuren te onderscheiden. De grootste zones zijn te vinden in het Westvlaamse Heuvelland met een noordwaartse uitloper langs de rug van Westrozebeke, de Noorderkempen en Noord-Limburg, het Hageland en de Zuiderkempen. Kleinere entiteiten worden onder meer gevonden in de Zeeuwsch-Vlaamse Scheldepolders, het Pajottenland, Haspengouw, Wingene en de omliggende oude veldgebieden, het Scheldeland tussen Gent en Dendermonde en de Dijlevallei stroomopwaarts van Leuven.

Versnippering van natuurgebieden

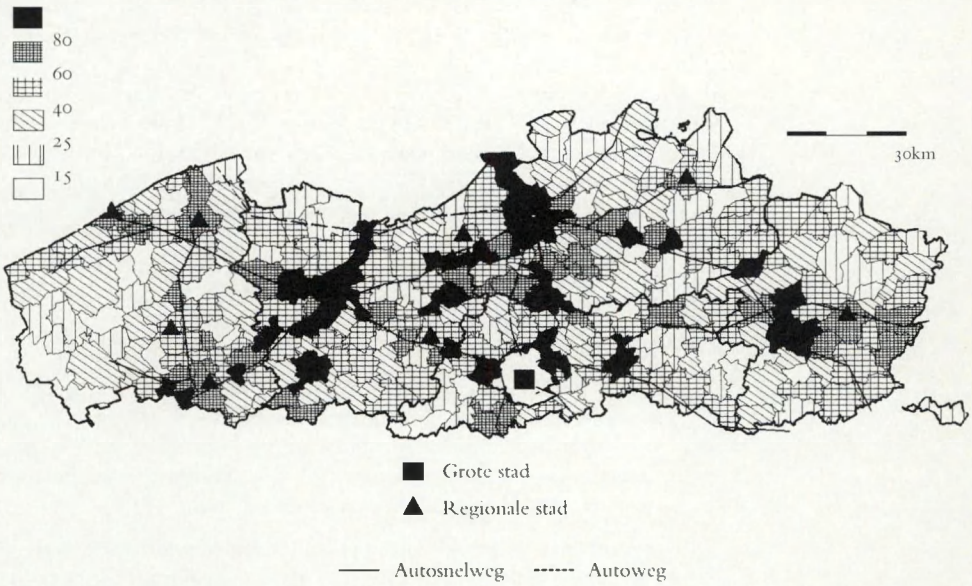
De voornaamste historische tendensen in Vlaanderen kunnen als volgt worden samengevat[11]:

- drastische versnippering van natuurgebieden ten gunste van land- en bosbouw;
- vermindering van houtelementen en kleine landschapselementen in het algemeen;
- verdwijnen van moerassige beekvalleien;
- algemene versnippering ten gevolge van grote infrastructuurwerken en toenemende bebouwing;
- algemene versnippering ten gevolge van afname van de milieukwaliteit.

Zoals reeds eerder werd gesteld (tabel 1) wordt versnippering in recente decennia vooral, of bijna uitsluitend veroorzaakt door een toename van infrastructuren en bebouwing. Kwantitatieve gegevens over de huidige toestand van versnippering zijn nauwelijks beschikbaar. De achteruitgang van heide en 'woeste gronden' en de evolutie van het bosbestand is aangegeven in hoofdstuk III.14 Verlies van biodiversiteit en II.2B Bosbouw. Gegevens over de gemiddelde oppervlakte van natuurrestanten zijn nauwelijks beschikbaar, en er zijn geen gegevens over de isolatie van natuurge-

bieden ten opzichte van elkaar. Slechts twee bossen in Vlaanderen zijn groter dan 800 ha, terwijl 50 % van de totale oppervlakte aan bos uit eenheden bestaat die kleiner zijn dan 60 ha (zie verder II.2B Bosbouw). De resterende heidegebieden in de Kempen zijn gemiddeld slechts enkele ha groot, meestal nog gemengd met andere habitattypes[12]. Historische evoluties kunnen in principe afgeleid worden door studie van oude kaarten, maar behalve voor bossen is dit nog niet gebeurd.

Figuur 2: Kaart van de versnijdingsindex per gemeente in 1988.



Bron: Stichting Plattelandsbeleid, 1993[10].

De helft van de Vlaamse natuurreservaten heeft een oppervlakte kleiner dan 10 ha, een derde zelfs kleiner dan 3 ha, en slechts 6 % is groter dan 100 ha. Dit is weliswaar slechts een ruwe maat voor versnippering. Enerzijds kan een reservaat verschillende habitattypes bevatten of uit ruimtelijk geïsoleerde percelen bestaan (interne versnippering). Anderzijds vormen reservaten vaak een deel van een groter natuurgebied dat niet als reservaat erkend is.

De Vlaamse waterlopen zijn sterk versnipperd door lokale vervuilingen en fysieke barrières zoals stuwen. Versnippering door vervuiling kan afgeleid worden uit inventarisaties van de waterkwaliteit (zie ook III.6 Waterverontreiniging). Trajecten van goede tot zeer goede kwaliteit zijn beperkt tot bovenlopen van maximaal een tiental kilometer lang, met de Grote en de Kleine Nete als belangrijkste uitzonderingen met trajecten tot 40 km van goede kwaliteit[13]. Gedetailleerde statistieken zijn echter niet opgemaakt. Er is ook geen centraal databestand over fysieke barrières.

Verspreidingsatlassen geven de mate aan waarin populaties van planten en dieren versnipperd zijn. Deze atlassen kunnen een indicatie geven over de kwetsbaarheid voor versnippering, of over de historische impact van versnippering. In dit kader is nog zeer weinig onderzoek gebeurd.

Conclusie

Er is duidelijk behoefte aan het verzamelen van gegevens voor een landsdekkende en gedetailleerde inventaris van versnipperingseffecten in Vlaanderen. Deze inventaris zou het volgende moeten omvatten:

- een inventaris van open ruimtes, cultuurhistorisch waardevolle landschappen en waardevolle biotopen met hun huidige oppervlakte en versnipperingstoestand. Dit laatste kan aangegeven worden via indexen volgens de typologie in figuur 1. Hiervoor zal ook methodologisch onderzoek nodig zijn. Voor het natuurbehoud zullen oppervlakte, isolatieparameters en aanwezigheid van barrières de belangrijkste parameters zijn.
- een lijst van knelpunten inzake fysieke barrières tussen (of binnen) ecologisch waardevolle gebieden, met inbegrip van waterlopen. Deze lijst moet aangevuld worden (in gevalstudies) met een meer algemene connectiviteitsanalyse, die de 'weerstand' van het landschap voor zich verplaatsende organismen in kaart brengt.
- een inventaris van de ruimtelijke ecologische relaties binnen Vlaanderen, vooral via grond- en oppervlaktewaterstromingen.

2.2 | Gevolgen voor de mens

Omgevingsperceptie

Op schaal van het landschap zijn er slechts enkele studies in verband met omgevingsperceptie en beeldvorming die indicaties met betrekking tot beleving en gedrag bevatten[14,15]. Deze studies geven met grote analogie een zelfde reeks mogelijke effecten. Er is hierbij een onderscheid tussen algemeen belangrijke waarnemingskenmerken en waarnemingskenmerken met een wisselend belang.

Algemene waarnemingskenmerken zijn altijd voor iedereen geldig en omvatten twee elementen: het vermogen om landschapstypes te onderscheiden en de cognitieve coherentie tussen de elementen te zien. Landschapstypes zijn geschematiseerde en geïdealiseerde voorstellingen van een bepaald landschap en worden gebruikt als norm bij de evaluatie van de waarneming en de beleving. Onderzoek heeft aangetoond dat de meeste mensen, ongeacht hun vorming, leeftijd of sociale en culturele achtergrond, tot eenzelfde onderscheid komen van een aantal hoofdtypes. Fijnere typeringen en begrenzingen blijken slechts mogelijk te zijn wanneer iemand over een gespecialiseerde achtergrondkennis beschikt. Dit gegeven leidt meteen tot een bepaald aspect van de cognitieve coherentie: de samenhang en harmonie die gezien of aangevoeld wordt tussen de landschappelijke elementen wordt in belangrijke mate beïnvloed door de voorkennis. We zien dus slechts datgene wat we herkennen uit vroegere ervaringen en dat vergelijken we met wat we al eerder hebben gezien. Het aantal categorieën waarmee de landschappen door de proefpersonen worden beschreven, is beperkt[16]. Dit heeft belangrijke gevolgen voor de spontane beschrijving en appreciatie van een landschap. Zo zal men de openheid of het reliëf van een landschapszicht beoordelen afhankelijk van de daarvoor waargenomen plaatsen. Belangrijk is ook dat de menselijke waarneming geïntegreerd is: alle zintuigen bepalen gezamenlijk de ervaring van een landschap. Daardoor leveren experimenten met waarneming van landschappen aan de hand van foto's andere resultaten op dan waarneming in situ, aangezien bij deze laatste alle zintuigen aan bod komen en niet alleen het gezicht. *Waarnemingskenmerken met wisselend belang* veranderen in functie van de plaats en de cultuur. Verschillende kenmerken zijn bovendien met elkaar verwant of vullen elkaar aan. Ze omvatten onder meer:

- de mate van verzorging, netheid;
- de mate van orde;
- de herkenbaarheid van de ruimtelijke compositie;

- de aanwezigheid van beweging;
- de ouderdom;
- de natuurlijkheid;
- de gebruiksintensiteit;
- de toegankelijkheid en betreedbaarheid;
- de ruimtelijkheid;
- de hoogten van verticale objecten;
- de seizoensaspecten.

Versnipperingsprocessen kunnen hierop op verschillende manieren een invloed uitoefenen. Zo kan het verscherpen van grenzen door het afsluiten van een terrein veranderingen veroorzaken in de netheid en de natuurlijkheid van dit terrein, aangezien bijvoorbeeld sluikstorten in de hand gewerkt wordt.

Uit enquêtes en waarnemingen op het terrein blijkt dat vooral de afwezigheid van bebouwing opvalt en als positief ervaren wordt[16]. Dit geeft aan dat de alom aanwezige bebouwing, en de lintbebouwing in het bijzonder, een vervlakkend en banaliserend effect op de omgeving heeft. Dit is de reden waarom heel wat recreanten juist die plaatsen opzoeken waar nog uitgestrekte open ruimten te zien zijn en/of een grote variatie optreedt. Op microschaal kan hieruit afgeleid worden dat de plaatskeuze voor een recreatieve activiteit in belangrijke mate bepaald wordt door het ideaalbeeld dat we van de omgeving verwachten en dat we hieraan de realiteit toetsen, gebruikmakend van bovengenoemde criteria.

Cultuurhistorisch erfgoed

De Open Ruimte bevat ook waardevolle elementen van ons cultuur-historisch patrimonium zoals molens, kastelen, enz.. De waarde van dergelijke monumenten wordt in belangrijke mate bepaald door het landschappelijk kader. Visuele verstoring vooral door infrastructuren en (lint)bebouwing veroorzaakt grote schade aan het cultuurhistorisch erfgoed.

Behalve discrete monumenten bevat de Open Ruimte ook samenhangende complexen van elementen die ten gevolge van hun ontstaansgeschiedenis een structureel geheel vormen, zoals bijvoorbeeld een dreef bij een hoeve of een kasteel. Bij dergelijke samenhangende elementen kan niet alleen een visuele verstoring de volledige betekenis ervan teniet doen, maar kan ook de essentiële structuur door allerhande vormen van versnippering ontwricht worden, zodat de harmonische samenhang nog nauwelijks te herkennen valt. Een aantal van deze elementen wordt door middel van rangschikking als stadsgezicht, dorpsgezicht of landschap beschermd. Het aantal rangschikkingen is sterk gestegen van 542 in 1979 tot 1 387 in 1993, te verminderen met 134 opheffingen (tabel 2). De totale oppervlakte van gerangschikte landschappen bedraagt momenteel ca. 29 465 ha, dit is 2 % van de totale oppervlakte van Vlaanderen. Momenteel is niet bekend wat de actuele feitelijke toestand en kwaliteit is van de bestaande gerangschikte landschappen.

Tabel 2: Evolutie van de gerangschikte stadsgezichten, dorpsgezichten en landschappen in het Vlaamse Gewest.

Rangschikking	eind 1979	eind 1993
Stadsgezichten	33	150
Dorpsgezichten	77	636
Landschappen	432	601
Totaal	542	1387

Bron: Bestuur Monumenten en Landschappen.

Andere gevolgen

Naast deze concrete gevolgen heeft versnippering nog tal van andere, minder directe effecten voor de mens. Voorbeelden hiervan zijn een aantal sociale en economische aspecten, zoals de problemen die versnippering van bebouwing meebrengt voor de verkeersstromen, de afvalwaterbehandeling en dergelijke.

2.3 | Gevolgen voor ecosystemen en populaties

De ecologische impact van versnippering wordt meestal gerelateerd aan structurele kenmerken van geïsoleerde biotoop 'eilanden' en zelden aan parameters op het niveau van het landschap. Ten hoogste wordt bijvoorbeeld de broedvogeldichtheid gecorreleerd met de dichtheid van bepaalde habitattypes (bos, houtwallen...) in het landschap. Twee bemerkingen bij het hier volgende overzicht:

- de geraadpleegde studies zijn vaak 'zwarte doos'-benaderingen: de onderliggende processen die de verstoring veroorzaken zijn meestal niet duidelijk;
- er zijn vrijwel geen longitudinale studies, d.i. vergelijkingen voor en na versnippering; het gaat vooral om patroonstudies.

Randeffecten

In vergelijking met de oorspronkelijke (niet-versnipperde) situatie, hebben versnipperde biotopen meer randzones waarin een aantal biotische en abiotische veranderingen optreden. Zij ondervinden ook meer invloed van het omringend landgebruik en van menselijke aanwezigheid. We vatten dit samen onder de noemer randeffecten[17,18]. Deze zijn veruit het best beschreven voor bosgebieden.

Inzake abiotische randeffecten zien we in bosranden een toename in stralingsniveau, temperatuur en windsnelheid ten opzichte van de situatie dieper in het bos. Dit leidt tot veranderingen in de bosvegetatie tot ca. 30 meter van de rand. Bosranden zijn ook gevoeliger voor windschade dan gesloten bos. Naarmate biotopen kleiner worden zijn ze sterker afhankelijk van hun omgeving op hydrologisch vlak en kwetsbaarder voor immissies van allerhande stoffen, met als gevolg verdroging, vervuiling, verzuring en vermesting. Kleinere gebieden zijn beter toegankelijk voor mensen (o.a. recreanten) met diverse effecten zoals bodemverdichting, directe schade, lawaai en afval. Deze kunnen de andere randeffecten qua impact overtreffen[19]. Wegen oefenen een sterk randeffect uit op broedvogels, tot ca. 500 m bij sommige bosvogels, tot meer dan een kilometer voor weidevogels.

Het voornaamste biotische randeffect is de aanwezigheid van biotoopvreemde soorten, vooral wanneer er ook een abiotische verstoring is. De totale soortendiversiteit ligt meestal hoog in randzones, maar de betrokken soorten zijn vaak opportunisten of generalisten met beperkte waarde voor het natuurbehoud. Het kan ook gaan om gedomesticeerde dieren of planten (bijvoorbeeld sierplanten) en hun parasieten. 'Vreemde' diersoorten interageren met de biotoop-eigen soorten als concurrent voor voedsel of nestplaatsen, als predator, of als verspreider van nutriënten, zaden en parasieten. Een aantal typische bosplanten en -dieren zijn minder talrijk in een zone van 15 m tot ca. 100 m langs de bosrand. Secundaire effecten kunnen echter tot kilometers van de rand merkbaar zijn (bv. begrazing door herten neemt toe met de hoeveelheid rand in een bos).

Verlies van ruimtelijke samenhang tussen biotopen

Versnippering leidt tot kleinere natuurgebieden waarvan de lokale populaties functioneel geïsoleerd zijn van andere populaties. Naarmate de isolatie toeneemt, worden de interne ecologische processen sterker bepaald door de oppervlakte van het gebied en/of de omvang van de populatie. Isolatie en oppervlakte-effecten hangen dus nauw samen.

Het meest directe oppervlakte-effect is dat voor sommige dieren het minimumareaal niet meer bereikt wordt, bijvoorbeeld voor grote grazers en toppredatoren. Een ander effect is het verdwijnen van natuurlijke grootschalige verstoringen zoals overstromingen of ongecontroleerde branden. Het gevolg van beide effecten is dat de natuurlijke milieudynamiek afneemt. Op Vlaamse schaal is een dergelijke dynamiek echter niet haalbaar (zie ook III.14 Verlies van biodiversiteit, 2.2) tenzij door begrazing als beheersvorm[20].

Kleinere en meer geïsoleerde populaties zijn in principe vatbaarder voor inteelt en kwetsbaarder voor uitsterven door toeval of slechte milieuomstandigheden. Bovendien wordt herkolonizatie moeilijker. Het gevolg is dat soorten verdwijnen uit een aantal gebieden die weliswaar geschikt zijn, maar te klein of te afgelegen. De aanwezigheid van een soort kan dan niet langer gebruikt worden als indicator voor de biotoopkwaliteit.

De kennis van deze ecologische mechanismen is nog zeer onvolledig en vaak louter theoretisch. Op internationaal vlak zijn weliswaar een groot aantal studies beschikbaar die de relatie beschrijven tussen de oppervlakte en isolatiegraad van biotopen en de aanwezigheid van planten en dieren. De best bestudeerde organismen zijn vogels (36 % van alle geraadpleegde studies). Dit is ook de enige groep waar voorspellingen over de kwetsbaarheid van bepaalde soorten mogelijk zijn. Standvogels en vogels met een algemeen dieet blijken het minst gevoelig te zijn. Het best bestudeerde habitattype is bos (55 % van alle geraadpleegde studies). Waterlopen, vochtige gebieden en waardevolle graslanden zijn te weinig bestudeerd. In Vlaanderen zijn in dit kader slechts enkele geïsoleerde onderzoeken verricht, onder andere naar moerasvogels en een aantal bosdieren. De gevonden relaties verschillen tussen soorten, habitattypes en zelfs regio's[21], zodat het onmogelijk is algemene cijfers te geven voor bijvoorbeeld de verandering in soortenrijkdom met oppervlakte of isolatie. Hieronder geven we een overzicht van de voornaamste tendenzen.

Algemeen wordt vastgesteld dat kleinere biotopen minder soorten bevatten. Deze vaststelling is op zich triviaal, aangezien dit ook geldt voor steekproefgebieden binnen een groter gebied. Soort-areaalcurven beschrijven vooral het effect van habitatverlies. In een aantal gevallen neemt echter ook de talrijkheid van bepaalde biotoop-eigen soorten af. Het effect van isolatie wordt gemeten aan de hand van verschillende parameters, wat vergelijkingen tussen studies bemoeilijkt. De meeste parameters zijn gebaseerd op de afstand tot gelijkaardige biotopen. Meestal neemt de soortendiversiteit en ook de talrijkheid van bepaalde soorten af bij toenemende isolatie. De gevolgen van isolatie zijn groter voor weinig mobiele soorten zoals planten die niet door de wind verspreid worden en niet-vliegende ongewervelden. Behalve door afstand wordt isolatie ook beïnvloed door verbindende natuurelementen of corridors (verminderen de isolatie) en door fysieke barrières (versterken de isolatie).

Over ecologische corridors bestaat een uitgebreide theoretische literatuur, maar er zijn zeer weinig gegevens die de ecologische impact aangeven[22]. Zeer zelden wordt aangetoond dat planten en dieren zich meer verplaatsen wanneer corridors aanwezig zijn, en vrijwel nooit dat er een effect is op de betrokken populaties. Corridors kunnen ook nadelen hebben, ze kunnen bijvoorbeeld een barrière vormen voor een andere soort. Voorlopig blijft echter het 'beste professionele oordeel' van de meeste experts dat corridors van vitaal belang zijn voor het overleven van kwetsbare soorten.

Vooral de barrière-effecten van verharde wegen zijn bestudeerd. Wegen kunnen een psychologische barrière vormen (o.a. ongewervelden, muizen en amfibieën) en/of een hoge sterfte veroorzaken, hoewel dit zelden vertaald kan worden naar gevolgen op populatieniveau. In Nederland loopt het totaal aantal verkeersslachtoffers (enkel gewervelden) tegen het miljoen per jaar. Bij de das is het verkeer veruit de belang-

rijkste doodsoorzaak: de populaties gaan vooral achteruit in gebieden met een dicht wegennet. In Vlaanderen worden enkel voor amfibieën systematische waarnemingen verzameld. Waterloopsystemen worden versnipperd door zowel fysieke (voornamelijk stuwen) als chemische (vervuilde trajecten) barrières. Dit verhindert de vistrek en de verplaatsingen naar voedselgebieden en paaiplaatsen[23]. Ook barrières tussen waterlopen enerzijds en vallei- en overstroomgebieden en wachtbekkens anderzijds kunnen vispopulaties negatief beïnvloeden.

Over het algemeen wordt het effect van diverse barrières als zeer negatief ingeschat, ondanks het gebrek aan harde bewijzen.

Processen die leiden tot veranderingen in de talrijkheid, of zelfs het plaatselijk verdwijnen van dieren en planten, hebben ook secundaire gevolgen omdat interacties tussen soorten gewijzigd worden of wegvallen[18]. Voorbeelden zijn overbegrazing in afwezigheid van een toppredator, niche-expansie bij gebrek aan concurrenten, of verminderde bestuiving. Hoewel dergelijke 'kettingreacties' verreikende gevolgen kunnen hebben, maakt hun complexiteit algemene uitspraken moeilijk.

Nieuwe biotopen

Als een landschap versnipperd wordt door biologische elementen kan dit ecologisch gezien verrijkend werken. De huidige natuurwaarden in ons land zijn grotendeels het gevolg van een dergelijk 'versnipperd' landgebruik in de traditionele kleinschalige landbouw. De zogenaamde punt- en lijnvormige natuurelementen zoals hagen, houtwallen, bermen en drinkpoelen die hierdoor geïntroduceerd werden, hebben relatief belangrijke ecologische, economische en visueel-landschappelijke functies[24]. Het opheffen van perceelsbegrenzende beplantingen kan bijvoorbeeld de landschappelijke ruwheid verlagen en het risico op neerslag- en winderosie verhogen. Perceelsranden kunnen uitwijkmogelijkheden vormen voor bedreigde akkeronkruiden of soorten die nuttig zijn bij biologische bestrijding van gewasziekten en dergelijke. Pendelsoorten die meerdere habitattypes gebruiken (bijvoorbeeld amfibieën, hazen, reeën) kunnen positief beïnvloed worden door een dergelijke versnippering, maar zijn zeer kwetsbaar voor versnijding met niet-biologische elementen zoals wegen en kanalen.

Aangezien echter in de huidige trend versnippering meestal gebeurt door infrastructuren en bebouwing, waardoor ook punt- en lijnvormige natuurelementen verdwijnen, gaat versnippering nog nauwelijks gepaard met positieve effecten voor de natuur. Weliswaar verschijnen in de marge van deze versnippering nieuwe biotopen zoals bermen, dijken, taluds, schermbeplantingen, zandwinningsputten en afgesneden restruimten, met een potentiële ecologische waarde als leefgebied en als verspreidingsmogelijkheid voor bepaalde organismen.

Gevolgen voor biodiversiteit

Versnippering gaat meestal gepaard met wijzigingen in landgebruik en milieukwaliteit. Het is dan ook moeilijk om de achteruitgang van bepaalde soorten toe te wijzen aan versnippering. Er zijn beperkte aanwijzingen dat versnippering heeft bijgedragen tot de achteruitgang van de das, de bruine vuurvlinder en sommige loopkevers in Nederland. Ook in Vlaanderen gaan deze soorten sterk achteruit (zie III.14 Verlies van biodiversiteit, 2.2). Het ontbreken van bepaalde vissoorten in sommige bovenlopen van goede waterkwaliteit is mogelijk het gevolg van isolatie[25]. Deze isolatie heeft zeker een rol gespeeld bij het verdwijnen van vrijwel alle trekkende vissoorten uit de Vlaamse waterlopen[23]. Het uitsterven van soorten ten gevolge van versnippering is in hoge mate onomkeerbaar wegens het uitblijven van herkolonizatie. Zo is bijvoorbeeld in Engeland aangetoond dat bepaalde vlindersoorten zich niet opnieuw uitbreidden nadat het habitat werd hersteld.

Recent zijn een aantal modellen ontwikkeld om overlevingskansen van soorten in een versnipperd landschap te voorspellen[26]. Simulatiemodellen van ruimtelijk versnipperde populaties hebben een groot potentieel en kunnen in theorie richtwaarden aanreiken voor specifieke doelstellingen (bv. 95 % kans dat de populatie overleeft op 100 jaar tijd). Ze zijn echter zeer arbeidsintensief, en vereisen gedetailleerde ecologische gegevens. Momenteel fungeren deze modellen eerder ter ondersteuning van de theorievorming, dan als direct toepasbaar inzake kwantitatieve aanbevelingen.

2.4 | Toekomstige ontwikkelingen

De gehele landschappelijk evolutie - en dus ook die van de Open Ruimte - speelt zich thans af in het spanningsveld van stedelijke invloedssferen en de wisselwerking tussen de urbane centra, die vooral door de wegeninfrastructuur gematerialiseerd worden. De kaart van de versnippering door infrastructuren geeft dit duidelijk weer[10]. De toekomstige evolutie kan zich situeren tussen twee extreme tendensen. De eerste is die van een spontane en ongecontroleerde ontwikkeling, waarbij de Open Ruimte verder 'verbruikt' zal worden ten behoeve van wonen, werken, recreatie en verkeer. Dit proces wordt in belangrijke mate bepaald door de grondprijs en de bereikbaarheid. Een verdere versnippering van bepaalde ruimtelijke entiteiten is hierbij mogelijk. De tweede mogelijke ontwikkelingstrend is die van een doordacht en geïntegreerd ruimtelijk beleid dat strikt wordt toegepast op alle beleidsniveaus en waarbij versnippering van de Open Ruimte zoveel mogelijk wordt tegengegaan. Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen is hiervan een eerste aanzet.

De ontwikkeling zal op lokaal niveau verder ook bepaald worden door projecten van landinrichting, uitwerkingen van Gemeentelijke Natuurontwikkelingsplannen, set-aside politiek in de landbouw, en dergelijke.

2.5 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Landschapsbeeld

De kwaliteitsnormen hebben hier vooral betrekking op de maat van de ruimten, de transparantie van de schermen en het vrijwaren van de skyline en waardevolle vista's. De maat van de ruimte biedt de mogelijkheid om perceptieve aspecten zoals 'wijds', 'groots', 'panoramisch' eenduidig te omschrijven. Dit gebeurt aan de hand van gedetailleerde landschapskarteringen. Bovendien worden de verschillende landschappelijke streken gekarakteriseerd door kenmerkende ruimtematen die bijdragen tot hun identiteit. Opgaand groen, zoals bomenrijen en houtkanten, hoeven een wijdse ruimte niet noodzakelijk te versnipperen. Veel hangt af van het reliëf en van de transparantiegraad van de schermen. Aangezien de aanwezigheid van perceelsrandbegroeiingen het belangrijkste criterium is waarmee de landschappelijke hoofdtypes onderscheiden worden, is de aard en de transparantie van de schermen eveneens sterk bepalend voor de landschapsidentiteit. Ook deze aspecten kunnen gemeten en geobjectiveerd worden.

De herkenbaarheid van een landschap gebeurt het gemakkelijkst vanaf bijzondere standplaatsen. De plaatsen van waaruit dergelijke *over-zichten* mogelijk zijn moeten maximaal gevrijwaard worden. Op kleiner schaal geldt dit voor bijzondere zichten, die als *vista's* aangeduid worden. Vista's bieden een harmonisch en ongestoord zicht op bepaalde samenhangende elementen. De mens heeft behoefte aan dergelijke herkenningspunten om zich in de ruimte 'goed' te kunnen situeren. Ze moeten duidelijk blijven in het landschap en gevrijwaard worden van 'opslorping' door repetitieve banale elementen.

Normen voor biotoop'eilanden'

Het behoud van natuur in een versnipperd landschap hangt in de eerste plaats af van de milieukwaliteit binnen en buiten de natuurgebieden (zie ook III.14 Verlies van biodiversiteit, 2.3). In de tweede plaats is het behoud van de open ruimte noodzakelijk, zowel als habitat, als potentieel verbindingsgebied, en als bufferzone rond specifieke waardevolle gebieden. Voor het behoud van waardevolle natuurgebieden in versnipperd landschap kunnen we een aantal algemene richtlijnen aangeven:

- maximale oppervlakte;
- maximale benadering van cirkelvorm;
- maximale verbinding via corridors;
- maximale buffering rond biotopen;
- minimale isolatie;
- minimale barrièrewerking.

Oppervlakte is hier het belangrijkste criterium omdat dit alle effecten van versnippering bestrijkt. Enkele aanvullende, minder evidente richtlijnen zijn:

- het behoud van bestaande gebieden, eerder dan het creëren van nieuwe (afgezien van het feit dat dit laatste vaak onmogelijk is);
- het beschermen van gebieden op basis van hun potentiële waarde voor doelsoorten, eerder dan de effectieve aanwezigheid hiervan;
- het beschermen van gebieden met duidelijke onderlinge relaties (bv. via grondwater).

Deze richtlijnen kunnen gebruikt worden als streefdoel voor natuurontwikkeling, en als waarderingscriterium voor bestaande gebieden. Er is evenwel geen methode om de verschillende criteria tegen elkaar af te wegen.

Voor kwantitatieve richtlijnen stellen zich een aantal problemen, vooral omdat dosis-effectrelaties onvoldoende beschikbaar en moeilijk veralgemeenbaar zijn. Illustratief is bijvoorbeeld dat in een themanummer over 'ecologische normstelling'[27] van 1987 versnippering niet aan bod komt. Er bestaan wel enkele algemene richtcijfers voor minimum populatiegrootte en minimale oppervlakte van gebieden. Deze cijfers zijn eerder theoretisch dan empirisch vastgesteld en worden vaak betwist in de literatuur. Ze kunnen derhalve ten hoogste als een orde van grootte gebruikt worden. Het concept van de 'minimum leefbare populatie' stelt dat een effectieve populatiegrootte van 50 individuen noodzakelijk is om op korte termijn inteelt te vermijden, en dat 500 individuen nodig zijn om zich op langere (evolutionaire) termijn te handhaven. De effectieve populatiegrootte is een theoretisch begrip, dat overeenstemt met een werkelijke populatiegrootte die 5 tot 10 keer hoger ligt. De minimum populatiegrootte kan dus variëren tussen 250 en 5 000 individuen. De omrekeningsfactor is soortspecifiek en hangt onder andere af van het voortplantingsgedrag.

Bij de minimumoppervlakten voor bossen kunnen de bestaande richtcijfers samengevat worden in een 5-50-500 regel in hectaren: ongeveer 5 ha om randeffecten tenminste in het centrum te elimineren, 50 ha om een typische soortsamenstelling te verkrijgen, en 500 ha om op termijn leefbare populaties van de typische soorten te herbergen. Dit laatste kan zowel in de vorm van één geïsoleerd bos als van een 'archipel' van onderling matig geïsoleerde bossen. Deze minima kunnen mogelijk ook gebruikt worden voor andere habitattypes. Ze geven waarschijnlijk eerder een onder- dan een overschatting. De cijfers 50 en 500 ha komen overeen met de richtwaarde voor Natuurkerngebieden in respectievelijk de Vlaamse Groene Hoofdstructuur (GHS) en de Nederlandse Ecologische Hoofdstructuur. Het verschil tussen deze richtwaarden geeft reeds een indicatie van het gebrek aan algemene normen.

Inzake isolatie tussen natuurgebieden (afstanden, corridors, barrières) bestaan in het geheel geen normen, afgezien van de consensus onder specialisten over de noodzaak van ecologische verbindingen voor natuurlijke populaties.

3 | Bronnen en oorzaken

De primaire oorzaak van de versnippering van de Open Ruimte moet gezocht worden in de processen die zich afspelen binnen de invloedssferen van het stedelijke netwerk, in een economische ruimte die onze landsgrenzen ver overstijgt. Het verschuiven van kerngebieden waarin de economische activiteiten zich concentreren, veroorzaakt eveneens verschuivingen van de infrastructuren. Gebieden die in de periferie komen te liggen, krijgen in sommige gevallen extra middelen voor hun ontwikkeling of reconversie, waarbij een bijzondere aandacht uitgaat naar de verbetering van hun toegankelijkheid en bereikbaarheid. De verstedelijkingsprocessen bepalen eveneens de evolutie van het landelijke gebied door indirecte invloeden op sectoren zoals landbouw en huisvesting. De bronnen en oorzaken van deze indirecte versnipperingseffecten situeren zich buiten de gebieden waar de versnippering optreedt. Een voorbeeld hiervan is het verbeteren van de toegankelijkheid van een gebied met nieuwe infrastructuren, die zelf nieuwe kernen worden van een nieuwe of versnelde versnippering. De oorzaken van de versnippering zitten hier in de verkeersontsluiting en het opvangen van een verstedelijkingsdruk. Verschillende nieuwe bronnen van versnippering kunnen hierdoor ontstaan, bijvoorbeeld vanaf op- en afritten.

Algemeen kunnen we stellen dat oorzaken van versnippering zich zowel intern als extern aan het gebied kunnen bevinden en zelden lokaliseerbaar zijn, terwijl bronnen gemakkelijk geïdentificeerd kunnen worden op lokale basis. De versnippering ontstaat meestal uit een min of meer toevallige lokalisatie van een vreemd object of infrastructuurelement dat door zijn aanwezigheid de bron wordt voor een verdere ontwikkeling volgens één van de beschreven mechanismen.

Tabel 3 : Overzicht van bronnen van versnippering

Type versnippering	Interne oorzaken	Externe oorzaken
Verdichten	• opvullen door bebouwing (opvulregel)	• uitbreiding stedelijke banlieue • uitbreiding teelt onder glas
Dichtslibben	• vlakvormige verkavelingseilanden en nieuwe industrie- of ambachtelijke zones • infrastructuur landbouwteelt onder gla	• uitbreiding stedelijke banlieue • verbeteren toegankelijkheid en bereikbaarheid • uitbreiden niet-grondgebonden landbouw
Versnijden	• allerhande nieuwe infrastructuren	• uitbreiding interconnectiviteit tussen stedelijke en economische centra
Verscherpen	• compartimentering van het ruimtegebruik en van de grondbestemming	• intensivering van het grondgebruik
Isoleren	• lokale ontvolking, leegstand, verval	• verslechteren bereikbaarheid, reconversiegebied
	• gebrek aan onderhoud en verval van lineaire landschapselementen	• functieverlies en vermindering mankracht voor onderhoud
	• vervuiling van waterlopen	• uitbreiding stedelijke en economische centra
Afschermen	• nieuwe infrastructuren en niet-autochtone nieuwe elementen	• uitbreiding interconnectiviteit tussen stedelijke en economische centra

4 | Rol van de doelgroepen

4.1 | Als veroorzakers van versnippering

De meeste sectoren, evenals de projectontwikkelaars en de individuele gebruikers van de Open Ruimte ontwerpen en handelen onafhankelijk van elkaar. Ook lokale overheden hebben eerst oog voor de ontwikkelingen binnen hun eigen gebied. Dit veroorzaakt een belangrijke ruimtelijke opdeling van het toekomstige landgebruik en dus van de landschappelijke ontwikkelingen wat de versnippering in de hand werkt. Van initiatieven die meer landsdekkend zijn, zoals bij openbare werken voor infrastructuren, zou men meer coördinatie verwachten dan bij initiatieven die meer sectoriële of individuele belangen dienen.

Initiatiefnemers van projecten en beleidsontwerpen vormen dus de belangrijkste doelgroep voor het voorkomen van verdere versnippering. Dit moet niet alleen gebeuren via bewustmaking, maar ook via meer overleg en coördinatie.

Vanuit de planologie wordt een dergelijke coördinatie en integratie nagestreefd. Tot op heden wordt dit echter voornamelijk beperkt tot het geven van bouwvergunningen rekening houdend met de bestemmingszones volgens de gewestplannen. Al jaren wordt vanuit wetenschappelijk hoek benadrukt dat dit een uitzichtloos beleid vormt op langere termijn en wordt gepleit voor een meer dynamische structuurplanning. Ook hier kan het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen een eerste concrete aanzet bieden. De belangrijkste factor bij het veroorzaken van versnippering door de diverse doelgroepen is het feit dat ze onafhankelijk naast elkaar werken zonder coördinatie en dat de effecten van hun acties op te korte termijn en op een te kleine schaal onderzocht worden.

De landbouwsector beklemtoont steeds zijn vitale rol in het vrijwaren van de Open Ruimte. Dit is eveneens het geval voor de sectoren bosbouw, natuurbehoud en landschap. De gemeenschappelijke zorg van deze sectoren is het voorkomen van willekeurige en verspreide residentiële en industriële vestigingen in de Open Ruimte. Effecten van structurele en functionele versnippering worden hierbij minder in rekening gebracht dan morfologische. Zo beschouwt de landbouwsector de morfologische versnipperingseffecten ten gevolge van niet-grondgebonden landbouw (zoals kassen), als niet relevant en verschillend van de niet-landbouwgerichte morfologische versnippering (door bijvoorbeeld wegen of wonen).

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Het tegengaan van de versnippering van de Open Ruimte vereist een globaal ruimtelijk beleid en grondbeleid. Hierbij wordt veel van de overheden verwacht. Een centrale beleidsvisie kan weliswaar met de wetenschappelijke realiteit rekening houden, maar hoeft daarom nog niet lokaal aanvaard te worden. De publieke reacties op het MAP, het duinendecreet, de GHS en talrijke voorstellen tot rangschikking van waardevolle landschappen hebben dit onlangs nog duidelijk aangetoond.

Een ruimtelijk beleid dat aandacht heeft voor de problematiek van de versnippering van de Open Ruimte moet gericht zijn op twee aspecten:

- het afremmen van de versnippering door een strikte toepassing van de wetten dienaangaande;
- het milderen van de effecten van de versnippering door aangepaste landinrichting.

De ruimtelijke ordening moet de gewenste omvang en structuur van de Open Ruimte vastleggen, en de buitengrenzen van ecologisch waardevolle gebieden aangeven. De verschillende sectoren hebben hun belangen, en dus ook hun inspraakmoge-

lijkheden in deze planning. Binnen de vastgelegde ruimtelijke structuur hebben alle sectoren echter ook de verantwoordelijkheid om versnipperingseffecten te minimaliseren. Deze verantwoordelijkheid situeert zich vooral in het garanderen van een milieubasiskwaliteit, de aanleg en het beheer van bufferzones, zonering van de verstoringsdruk, en het vrijwaren van de verbindingsfunctie van het landschap. De discussie over versnippering mag ook niet beperkt blijven tot wildbruggen en houtwallen. Grote oppervlakten blijven de beste garantie tegen versnipperingseffecten. Ook binnen gebieden met de bestemming natuur moeten versnipperingseffecten bestreden worden. Dergelijke versnippering kan ontstaan wanneer men ook in kleine gebieden naar een maximale diversiteit streeft.

5 | Maatregelen

5.1 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Voor de Open Ruimte en het landschap

Maatregelen die de versnippering van de Open Ruimte willen verminderen, moeten de identiteiten van de verschillende landschappen vrijwaren of versterken. In de meeste gevallen gebeurt dit nog door het camoufleren van storende elementen met een buffer van 'schaamgroen'[14]. Hoewel een dergelijke camouflage-techniek vanuit esthetisch oogpunt soms zinvol kan zijn, kan ze voor de identiteit van bijvoorbeeld een traditioneel open landschap zonder schermen even nefast zijn als de constructie zelf. De wezenlijke vraag is hier hoe de architectonische inpassing dan wel dient te gebeuren. Een aantal bevindingen uit de omgevingsperceptie kunnen hierbij een uitgangspunt en leidraad vormen. Het vrijwaren van de landschappelijke identiteit gebeurt het best door het accentueren van de ruimtelijke structuur die de verschillende elementen met elkaar verbindt en die getuigt van de gezamenlijke ontstaansgeschiedenis ervan. Bij het aanleggen van nieuwe structuren moet deze functionele samenhang eveneens gekoppeld worden aan de esthetische samenhang aan de hand van een aantal perceptie- en compositieregels. Het zou al een hele stap zijn als deze aspecten uitvoeriger aan bod zouden komen bij de milieu-effectrapportering.

De landschappelijke erfgoedwaarde wordt wettelijk bepaald op grond van de uitzonderlijke wetenschappelijke, historische of esthetische waarde. Het vaststellen van deze waarden gebeurt na een grondig wetenschappelijk administratief en openbaar onderzoek. Het beschermen of rangschikken van landschappen, stads- en dorpsgezichten is een wettelijk instrument om versnippering in verschillende vormen te voorkomen. De meeste gerangschikte gebieden beslaan echter een kleine oppervlakte en liggen verloren in een banale ruimere omgeving. In functie van het beleid gevoerd in de monumentenzorg, kan de rangschikkingsprocedure snel of uiterst traag verlopen. Als dusdanig is het rangschikken niet geschikt om de algemene versnippering van de Open Ruimte tegen te gaan. Het is wenselijk het wettelijk instrumentarium van het rangschikken van landschappen aan te vullen met gepaste controlemaatregelen om de waarde te vrijwaren, door een betere omkadering van de buitendiensten van het Bestuur van Monumenten en Landschappen en het instellen van een 'Landschapswacht' om tijdig nefaste veranderingen op te sporen.

Voor ecologische gevolgen

Negatieve randeffecten kunnen lokaal en op korte termijn tegengegaan worden door:

- het instellen van bufferzones met aangepast landgebruik rond een doelgebied;
- beheer van de randzone binnen het doelgebied (bv. schermbeplanting);
- zonering van verstorende activiteiten zoals recreatie.

Deze maatregelen zijn zeer gevalspecifiek[20] maar kunnen globaal gestimuleerd worden via Natuurbuffergebieden.

Het opheffen van barrières die veroorzaakt worden door infrastructuren is een van de belangrijkste korte-termijnmaatregelen. In Nederland wordt het begrip 'ontsnippering' - dit is het terugdringen van versnipperingseffecten - momenteel grotendeels ingevuld met de aanleg van diverse wildtunnels en -bruggen. Bij het opheffen van doorsnijdingen door infrastructuurwerken moet voorrang gegeven worden aan gebieden die tot de GHS behoren. Verder kunnen prioriteiten gesteld worden op basis van de ecologische waarderingscriteria (zie III.14 Verlies van biodiversiteit) van de betrokken gebieden; de grootte van de afgesneden gebieden; het aantal, de lengte en de plaats van de doorsnijdingen[28]. De effectiviteit van de maatregelen kan met de huidige kennis van zaken evenwel niet ingeschat worden.

Isolatie van natuurgebieden kan ook bestreden worden door de aanleg of de verbetering van ecologische corridors. Theoretisch gezien zijn brede stroken intact habitat (minimum ca. 50 m) beter dan kleine lijnvormige elementen zoals houtwallen en hagen, omdat de verbindende waarde van de laatste nog vrij hypothetisch is. De punt- en lijnvormige natuurelementen hebben echter meer dan alleen een verbindende functie. De bestaande beschermingen voor deze elementen worden ontoereikend geacht omdat er vrijwel geen uitvoeringsbesluiten bestaan (uitgezonderd bermbesluit) en diverse mogelijke vormen van subsidies te weinig worden toegepast[24].

Tenslotte kan men de versnipperingseffecten van infrastructuurwerken enigszins compenseren door meer aandacht te besteden aan de nieuwe biotopen die hierbij ontstaan, zoals bijvoorbeeld het natuurgericht aanleggen en beheren van bermen, dijken, zandwinningsputten en restruimten.

5.2 | Brongerichte maatregelen

Ruimtelijke Ordening

Een brongerichte bestrijding van versnippering heeft alles te maken met een goede ruimtelijke ordening. In de eerste plaats is het wenselijk de nog bestaande en gave open ruimten te vrijwaren, liefst in de vorm van uitgestrekte oppervlakten zonder storende barrières, en dit vooral in landschappen die rijk zijn aan cultuurhistorische en natuurelementen. Desnoods moeten maatregelen voorgesteld worden om zo groot mogelijke oppervlakten aan kwetsbare gebieden in hun huidige toestand te behouden. Kwetsbare gebieden moeten daarbij beschermd kunnen worden tegen negatieve invloeden van buitenaf, bijvoorbeeld door middel van bufferzones en door het weren van onverenigbare functies.

Een dergelijk ruimtelijk beleid moet steunen op:

- de ontwikkeling van kwaliteitsdoelstellingen met betrekking tot alle structurerende elementen van de Open Ruimte;
- het uitwerken en toepassen van integrerende structuur- en uitvoeringsplannen en verordeningen (bestemmingsplannen, beschermingsplannen, inrichtingsplannen, Gemeentelijke Natuurontwikkelingsplannen);
- een goed beheer in alle onderdelen van de ruimte.

Natuurlijke structuur

De GHS is het instrument bij uitstek om de verdere versnippering van natuur een halt toe te roepen. We dringen dan ook aan op een concrete realisatie van de GHS, met evenwel de nodige inspraak en afweging van belangen. Vooral de Natuurontwikkelingsgebieden zijn een potentieel zeer belangrijk instrument tegen versnippering in zijn totaliteit, omdat hierdoor kleine snippers samengevoegd kun-

nen worden tot grotere natuurgebieden. Het zou daarom nuttig zijn indien de Natuurontwikkelingsgebieden waar natuur op termijn de hoofdfunctie krijgt, op de kaart onderscheiden kunnen worden van Natuurontwikkelingsgebieden waar natuur als een nevenfunctie behouden blijft. De belangrijke rol van Natuurkerngebieden en Natuurbuffergebieden is evident.

Bij het concept van de Natuurverbindingsgebieden hebben we enkele bedenkingen. Voor vele Natuurverbindingsgebieden is niet duidelijk in hoeverre zij een externe verbinding nastreven, dan wel een interne verbinding, waarvan de definiëring ons niet duidelijk is. De Natuurverbindingsgebieden zouden moeten aangeven welke natuurgebieden men wenst te verbinden voor welke organismen en via welke landschapselementen. De instrumenten zoals voorgesteld in de MiNa-raad[29] zijn ook te beperkt om een verbindingsfunctie daadwerkelijk te stimuleren, omdat:

- de lijnvormige elementen (mits vergunning) gewijzigd en verplaatst mogen worden;
- uitbreiding van deze elementen niet gestimuleerd wordt;
- vlakvormige gebieden (d.w.z. grotere natuurelementen) zeer minimaal beschermd worden.

Gezien de belangrijke rol van de Natuurverbindingsgebieden als 'ruggegraat' van de GHS en de grote oppervlakten die aldus (voorlopig) ingekleurd werden, zou een meer specifieke invulling de dialoog met andere landgebruikers vergemakkelijken.

De principes zoals geformuleerd in 2.5 kunnen ook als leidraad gebruikt worden om de GHS te vertalen in een bestemmingsplan op perceelsniveau, en om prioriteiten te stellen voor de realisatie. Zo kan bijvoorbeeld via een 'opvulregel' voorrang gegeven worden aan de aankoop, huur of beheer van percelen die ingebed liggen in een Natuurkern- of ontwikkelingsgebied, eerder dan aan percelen die momenteel nog geïsoleerd liggen.

Milieu-effectrapportering

Elk milieu-effectrapport zou expliciet moeten nagaan in hoeverre de kwalitatieve richtlijnen voor versnippering (2.5) worden gerespecteerd voor de ecologisch waardevolle biotopen in en rond het studiegebied. Dit geldt dus ook voor biotopen die buiten de MER-plichtige activiteit vallen, maar waarvoor het studiegebied een verbindings-, buffer- of barrièrefunctie vervult. Een voorbeeld is een nieuwe weg die tussen twee bestaande bossen door loopt.

5.3 | Procesgeïntegreerde maatregelen

Plan- en beleidsprocessen moeten meer geïntegreerd worden. Dit kan alleen door vanaf de eerste ontwerpfase alle betrokken partijen te laten participeren. Bovendien is het wenselijk naast een 'top-down' ontwerp vanuit het beleid parallel hiermee een 'bottom-up' voorbereiding met de bevolking te laten gebeuren. Zo kunnen reeds in een vroege fase knelpunten in de problematiek van de versnippering opgespoord worden en wordt bovendien de implementatie voorbereid.

De oorsprong van de versnipperingsproblematiek ligt in grootschalige maatschappelijke ontwikkelingen, die een geïntegreerde oplossing vragen. Potentieel gunstige ontwikkelingen om versnippering tegen te gaan, zoals stadsinbreiding in plaats van uitbreiding, set-aside van landbouwgronden, vermindering van verkeersbehoeften en dergelijke, kunnen alleen gerealiseerd worden in samenwerking met diverse sectoren, en in samenhang met andere problematieken. De rol van de informatie en de bewustmaking in verband met de problematiek zijn hier uiteraard zeer belangrijk. De incidenten rond de GHS-inspraakronde tonen aan dat belangenconflicten of zelfs misverstanden over het beheer van de Open Ruimte (vooral tussen natuurbeheerders en landbouwers) een hypotheek kunnen leggen op plannen om juist deze Open Ruimte

te vrijwaren. In de toekomst, en in het bijzonder in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, moeten we trachten deze conflicten te vermijden door het multifunctionele karakter van de Open Ruimte te benadrukken en formeel uit werken in de beleidsvoorstellen.

5.4 | Ondersteunend onderzoek

De kennis van ecologische versnipperingseffecten is heden ontoereikend om tot gedetailleerde beleidsadviezen te komen. Een aantal belangrijke onopgeloste vragen hebben te maken met de tijdsschaal waarop gevolgen zich manifesteren, het kunnen voorspellen en kwantificeren van de ecologische gevolgen, en het identificeren van de ruimtelijke parameters die een rol spelen bij de isolatie van natuurlijke populaties. Dit alles kan slechts beantwoord worden via fundamenteel onderzoek op lange termijn.

Naast fundamenteel onderzoek is er ook behoefte aan impactbepalend onderzoek op kortere termijn met relevante schaalniveaus, dat niet noodzakelijk de processen moet blootleggen. Er is vooral een behoefte aan begeleidend wetenschappelijk onderzoek bij ingrepen die een belangrijke versnippering (of ook ontsnippering) in het landschap veroorzaken, waarbij de samenstelling van kwetsbare populaties bestudeerd wordt voor en na de ingreep. In 2.1 haalden we reeds aan dat het noodzakelijk is meer gegevens over de toestand van versnippering te verzamelen.

Referenties

1 Anoniem, Structuurplan Vlaanderen. Een nieuwe kijk op ruimtelijke ordening, Administratie voor Ruimtelijke Ordening, Brussel, 1993.

2 Knops G. (ed.), De Open Ruimte in Vlaanderen, Koning Boudewijnstichting, Brussel, 1985.

3 Anoniem, Natuurbehoud en landschapszorg in Vlaanderen. Derde Vlaams Wetenschappelijk Congres over Groenvoorziening, Antwerpen, 1980.

4 Antrop M., Het Landschap meervoudig bekeken, Uitg. Pelckmans, Kapellen, 1989.

5 Antrop M., *De Groene Band*, *88* (1992),15.

6 Van der Haegen H., *Statistisch Tijdschrift*, *65* (1982),1.

7 NIS, Bodembezettingsstatistieken, Brussel, 1980 en 1992.

8 Van Hecke E., De landbouw. In: Denis J. (ed.), De geografie van België, Gemeentekrediet, Brussel, 1992.

9 Braekevelt A., *Munstersche Geographische Arbeiten*, 29 (1988), 153.

10 Lhermitte K., de *Aardrijkskunde*, *1-2* (1993), 23.

11 Van Ghelue P. et al., Aanzet tot een regionaal landschapsecologisch model (RELEM) voor het gebruik in landinrichting, Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 1993.

12 De Blust G., niet gepubliceerde gegevens, Instituut voor Natuurbehoud.

13 VMM, kaart bijgevoegd in Jaarverslag meetnet oppervlaktewater, 1991

14 Antrop M., *Groenkontakt*, *1* (1991), 39.

15 Schöne M.B. en Coeterier J.F., Wat bosrij eromtoe, Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw 'De Dorschkamp', Wageningen, 1986.

16 Antrop M., *Planologisch Nieuws*, *1* (1992),14.

17 Saunders D.A. et al., *Conservation Biology*, *5* (1991), 18.

18 Soulé M.E., Conservation Biology, Sinauer Associates, Sunderland (Mass.), 1986.

19 Matlack G.R. *Environmental Management*, *17* (1993), 829.

20 Hermy M., Natuurbeheer, Van de Wiele, Brugge, 1989.

21 Schotman A. et al., *Landschap*, 7 (1990), 3.

22 Simberloff D. et al., *Conservation Biology*, 6 (1992), 493.

23 Coeck J. et al., Visdoorgangen voor laaglandbeken: werking, bouw en evaluatie, Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 1991.

24 Goossens L. et al., Ecologische Infrastructuur, Instituut voor Milieukunde (UIA), Antwerpen, 1991.

25 Bervoets L., UIA, persoonlijke mededeling

26 Verboom J., *Landschap*, *8* (1991), 191.

27 Anoniem, Landschap, 4 (1987).

28 Werkgroep Mitigerende en Compenserende Maatregelen voor de natuur aan het bestaande rijkswegennet, interne nota Dienst Weg- en Waterbouwkunde DWW-MI-92-19, Delft 1992.

29 MiNa-raad, advies inzake de Richtnota Groene Hoofdstructuur, januari 1993.

Begeleiders

M. Blondé, GOM Antwerpen

G. Ceelen, Plangroep Structuurplan Vlaanderen

G. De Blust, Instituut voor Natuurbehoud

H. Gulinck, Instituut voor Land- en Waterbeheer, KUL

J. Van Assche, Instituut voor Plantkunde, KUL

J. Van den Broeck, Studiegroep Omgeving

III.13 Milieuverstoringen in stedelijke gebieden

J. Van den Broeck, C. Dierickx, K. Vande Sompele,
Studiegroep Omgeving
A. Dhondt, E. Matthysen, Departement Biologie, UIA

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Begrippenomschrijving

Stedelijke gebieden worden in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen[1] gedefinieerd als "*gebieden waar een intense ruimtelijke, culturele en socio-economische samenhang en verweving bestaan en ontwikkeld worden tussen de verschillende menselijke activiteiten (wonen, diensten, werken, ...)*". Het zijn gebieden waar dichte bebouwing overweegt. Het stedelijk gebied behelst volgens deze definitie ook de *natuurgebieden en -elementen*, met inbegrip van delen van de open ruimte die ingesloten worden door de voortschrijdende bebouwing.

Het beleid zoals geformuleerd in het ontwerp Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen is gericht op een zo goed mogelijk opvangen van de groei in stedelijke gebieden. Stedelijke gebieden worden selectief uitgebouwd waarbij functies en voorzieningen gericht verweven en gebundeld worden. De bestaande stedelijke infrastructuur vormt hierbij het uitgangspunt. Op deze manier wordt de ongebreidelde suburbanisatie afgeremd.

De bedoeling van onderhavige studie is om de milieuverstoringen te beschrijven die kenmerkend zijn voor de stedelijke gebieden in Vlaanderen. Het ontwerp Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen stelt een selectie voor van Grootstedelijke en Regionaalstedelijke gebieden. Daarmee is het studiegebied in principe ruimtelijk afgebakend.

Er zijn twee redenen om het thema 'milieuverstoringen in stedelijke gebieden' op te nemen in een milieu- en natuurrapport. Ten eerste omdat de concentratie van mensen, bebouwing en infrastructuren samen met de uiteenlopende activiteiten in stedelijke gebieden aanleiding geven tot ingrijpende milieuverstoringen die kenmerkend zijn voor deze stedelijke gebieden. Ten tweede omdat een aanzienlijk deel (ongeveer 65 %) van de Vlaamse bevolking in deze gebieden woont en werkt, en dus dagelijks geconfronteerd wordt met de gevolgen van deze milieuverstoringen.

1.2 | Situering van de milieuverstoringen

Referentiekader

We gebruiken een referentiekader om de aard en de omvang van de milieuverstoringen beter te situeren. Dit referentiekader bevat enerzijds de specifieke behoeften van de mens in stedelijke gebieden en anderzijds de omvang en de kwaliteit van de

natuur in stedelijke gebieden. De aanwezigheid van natuur is immers niet alleen een behoefte van de mens. De natuur moet eveneens als een intrinsieke waarde gezien worden. Deze intrinsieke waarde is beschreven in III.14 Verlies van biodiversiteit.

Behoeften van de mens. Het stedelijk gebied is de cultuurlijke leefomgeving van de mens. De mens is dan ook aangewezen op dit gebied voor de (gedeeltelijke) vervulling van zijn:

- fysieke behoeften: overleven, goede gezondheid;
- behoeften aan zekerheid: geborgenheid, veiligheid, herkenbaarheid;
- sociale behoeften: menselijk contact, samenhorigheid, mobiliteit, flexibiliteit;
- cognitieve behoeften: contact met zijn omgeving.

Om te kunnen voorzien in deze behoeften moet de leefomgeving beschikken over diverse kwaliteiten. De Vierde Nota over de Ruimtelijke Ordening in Nederland van 1988[2] noemt vijf basiswaarden:

- goed onderhouden gebouwde omgeving, openbare ruimten en natuur;
- een schoon milieu;
- een veilige omgeving;
- ruimtelijke keuzevrijheid;
- ruimtelijke verscheidenheid.

Met andere woorden: 'mensen kunnen niet zonder een goede woning, een veilige, schone en herkenbare omgeving en voldoende bewegingsvrijheid'[2]. Een verstoring van het milieu in het stedelijk gebied betekent daarom een aantasting van het welzijn en van de gezondheid van de mens.

Functies van de natuur in stedelijke gebieden. De maatschappelijke functies van de natuur kunnen opgesplitst worden in vijf groepen:

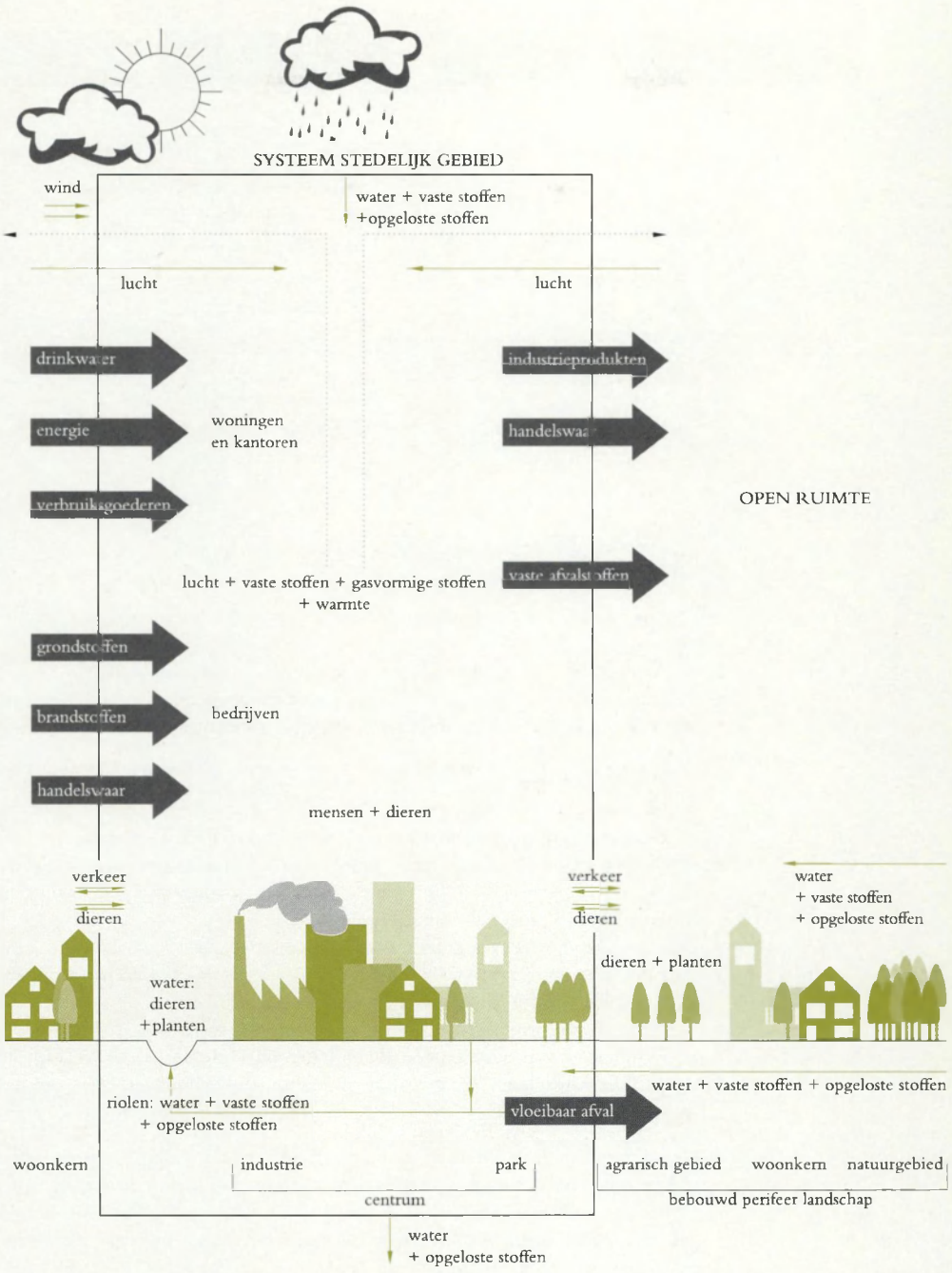
- ecologische functie (als indicator voor milieuverstoringen en buffer voor luchtvervuiling, stof en lawaai);
- esthetische functie;
- sociale functie (educatie en recreatie);
- psychologisch functie (behoeften aan zekerheid, cognitieve behoeften);
- stadslandschapvormende functie (woongroen, geleding van de ruimte, verkeersgeleiding).

Milieuverstoringen

Het stedelijk gebied kan worden beschouwd als een ecosysteem met diverse bindingen met de open ruimte (figuur 1). Kenmerkend is de aanvoer van grondstoffen, energie en drinkwater; en de afvoer van diverse produkten en materialen, afval, vervuild water en warmte. De primaire biologische produktie en afbraak zijn sterk gereduceerd ten opzichte van natuurlijke ecosystemen. De concentratie van afbraakprodukten en de verspilling van grondstoffen, energie, water en lucht leiden tot een vervuiling die de draagkracht van het gebied overstijgt. De gevolgen van de diverse milieuverstoringen blijven daardoor niet beperkt tot de grenzen van het stedelijk gebied.

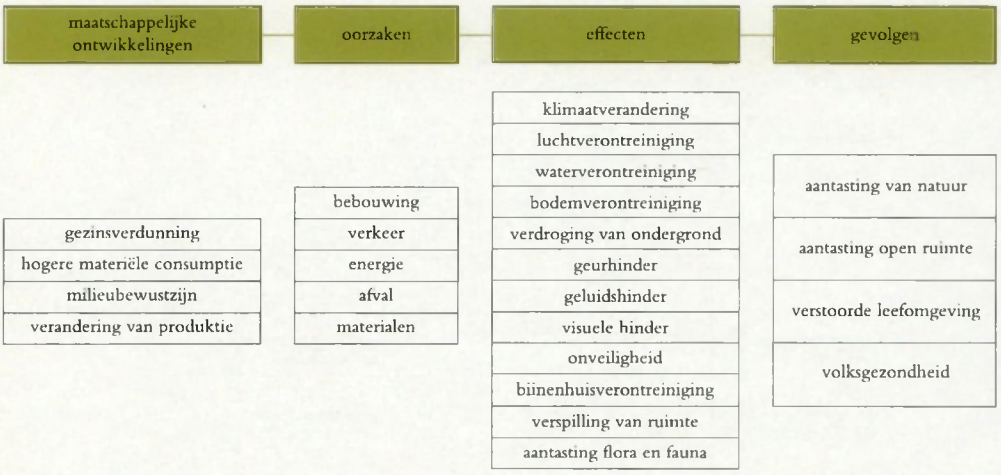
Figuur 2 geeft de relaties weer tussen de oorzaken, effecten en gevolgen van milieuverstoringen in stedelijke gebieden.De stedelijke milieuverstoringen situeren zich in alle compartimenten van het milieu (bodem, water en lucht), in de bebouwde omgeving van de mens (visuele hinder, onveiligheid, geluidshinder, verspilling van ruimte), in zijn natuurlijke omgeving (fauna en flora) en binnen de gebouwen (binnenhuisverontreiniging). We onderscheiden een twaalftal milieuverstoringen, die aan de hand van de beschikbare gegevens in 2.1 beschreven worden.

Figuur 1: Het stedelijk gebied als ecosysteem.



Bron: naar P. Duvigneaud, 1974.

Figuur 2: Schematische voorstelling van de relaties tussen oorzaken, effecten en gevolgen van milieuverstoringen in stedelijke gebieden.



De *oorzaken* van de milieuverstoringen liggen voornamelijk binnen het stedelijk gebied. Het zijn met name:

- de concentratie van bebouwing, infrastructuren en verharde oppervlakten;
- de densiteit van het verkeer;
- de concentratie van huishoudelijke en industriële energieverbruikers;
- de grote produktie van vaste afval, afvalwater en schadelijke gassen;
- het ongeschikt materiaalgebruik en de luchtbehandelingssystemen in gebouwen.

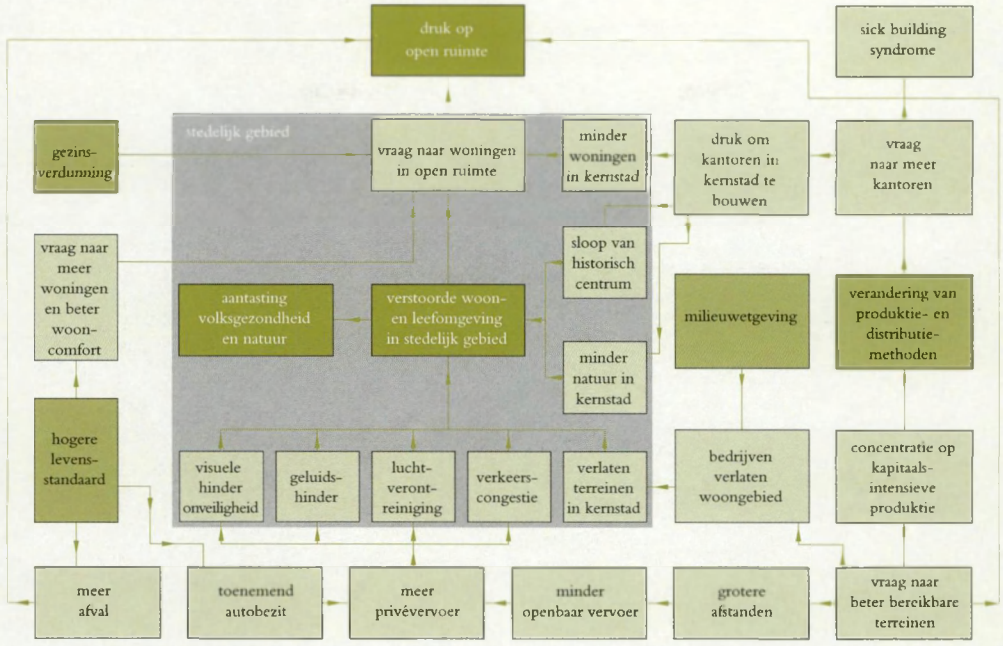
Deze oorzaken zijn zelf een uitvloeisel van bepaalde *maatschappelijke ontwikkelingen* zoals:

- de gezinsverdunning die leidt naar een grotere vraag naar woningen;
- een hogere materiële consumptie, waaruit een vraag volgt naar een betere woonomgeving in het groen, meer consumptie, meer auto's, meer energiegebruik, nieuw materiaalgebruik, meer airconditioning;
- het toenemend milieubewustzijn van de bevolking wordt vertaald in een strengere milieuwetgeving, waardoor de scheiding van wonen en werken in woongebieden gestimuleerd wordt (cf. VLAREM);
- verandering van produktie- en distributiemethoden, waardoor de bedrijven voor hun kapitaalintensieve produkten gemakkelijk bereikbare locaties zoeken langs autosnelwegen; het verdwijnen van bedrijven uit de stedelijke gebieden verhoogt de druk op de open ruimte.

De *gevolgen* van deze milieuverstoringen zijn divers. Zij verhinderen de bevrediging van bepaalde behoeften van de mens en verstoren zijn leefomgeving, zij tasten de natuur aan en veroorzaken indirect een druk op de open ruimte. Ook binnen de gebouwen bedreigen zij de volksgezondheid en veroorzaken specifieke aandoeningen waaronder het 'Sick Building Syndrome'.

Figuur 3 voegt de relevante relaties tussen deze maatschappelijke tendensen, de milieuverstoringen en hun gevolgen gedetailleerd samen.

Figuur 3: Relaties binnen het stedelijk gebied.



Bron: naar Groenboek van de Europese Commissie, 1990[1].

1.3 | Tijdsperspectief

De belangrijkste milieuverstoringen in stedelijke gebieden zijn tijdens de industriële revolutie ontstaan toen de industriële activiteiten zich ontwikkelden binnen de woonwijken. Sindsdien hebben de steden en de industrie zich geleidelijk uitgebreid en de omvang van de milieuverstoringen heeft deze evolutie gevolgd. Sommige maatschappelijke en technologische tendensen (meer verkeer, meer energiegebruik en gebruik van nieuwe materialen) hebben de groei en de aard van deze verstoringen gewijzigd. De tendens om na Wereldoorlog II de stedelijke functies ruimtelijk uiteen te leggen (geïnitieerd door het CIAM-concept van het Charter van Athene, 1931) heeft de milieuverstoringen over grotere gebieden uitgespreid.

Een trendbreuk tengevolge van een geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid zal geen onmiddellijk effect voor de toekomst sorteren. Ongeacht de ruimtelijke en milieu-technische maatregelen die het beleid treft, zal er steeds een ecologisch en ruimtelijk naijlingseffect blijven bestaan, zodat bepaalde milieuverstoringen in stedelijke gebieden slechts langzaam of wellicht nooit zullen verdwijnen: ze zijn inherent aan het wezen van de stad.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Effecten en gevolgen

Klimaatveranderingen

In de stadskernen wijken de waarden voor de diverse parameters van het klimaat en de luchtkwaliteit af van de gemiddelde waarden in de open ruimte. De meeste stedelijke gebieden ontwikkelen zich tot warmte-eilanden. Tengevolge van de dichte

bebouwing en de vele verharde straten en pleinen die als warmteaccumulatoren werken, het grote energiegebruik voor produktie, verkeer en verwarming ontstaat een eigen stadsklimaat. Tabel 1 geeft een overzicht van diverse parameters en de afwijking tussen de geregistreerde waarden binnen de stedelijke gebieden en in de open ruimte.

Tabel 1: Gemiddelde klimaatveranderingen in stedelijke gebieden.

Parameter	Karakteristiek	In vergelijking met de open ruimte
Luchtverontreiniging	condensatiekernen	x 10
	gasvormige verontreiniging	x 5-25
Zonnestraling	globaal	- 15-20 %
	UV (winter)	- 30 %
	UV (zomer)	- 5 %
	aantal uren zonneschijn	- 5-15 %
Temperatuur	jaarlijks gemiddeld	+ 0,5-1,5 °C
	op zonnige dagen	+ 2-6 °C
Windsnelheden	jaarlijks gemiddelde	- 10-20 %
	windstilte	+ 5-20 %
Relatieve vochtigheid	winter	- 2 %
	zomer	- 8-10 %
Bewolking	wolkendek	+ 5-10 %
	nevel (winter)	+ 100 %
	nevel (zomer)	+ 30 %
Neerslag	totaal	+ 5-10 %

Bron: Horbert et al., 1980.

Luchtverontreiniging

In stedelijke gebieden is de luchtverontreiniging zeer verscheiden. Ze bestaat uit zure gassen, verbrandingsprodukten, roet en vliegas; maar ook zand, cement, natuurlijke vezels en kunstvezels, plantaardige en dierlijke deeltjes, levende en sporenvormende bacteriën en microzwammen. Zoals blijkt uit tabel 1 is de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden gemiddeld 10 tot 25 maal slechter dan boven de open ruimte. De combinatie van de gemiddeld lagere windsnelheden met de geproduceerde warmte doet de vervuilde lucht opstijgen tot een stofkoepel boven de stedelijke gebieden. Bij windstilte vermindert de uitwisselingscapaciteit met de bovenste luchtlagen zodat de schadelijke stoffen zich ook in de onderste lagen ophopen.

In extreme gevallen leidt dit tot *smog*. Vroeger ontstond de smog voornamelijk tengevolge van de SO_2-uitstoot die vrijkomt bij de verbranding van kolen en zware stookolie door de industrie en voor huishoudelijke verwarming. Meer recent veroorzaakt de toename van het verkeer in stedelijke gebieden op warme zonnige dagen fotochemische smog (zie III.2B Fotochemische luchtverontreiniging).

De Dienst Lucht van de VMM vermeldt in zijn jaarverslag[4] 1991-92 enkele specifieke gegevens over de aard en evolutie van de luchtverontreiniging in de grote agglomeraties Antwerpen, Gent en Brussel (zie ook III.2A Verzuring). De hoogste *SO_2-concentraties* werden genoteerd in de Antwerpse industriezone en in de Gentse Kanaalzone, dus niet in de kernstad. De algemene verontreinigingsniveaus en het verloop van de SO_2-concentraties in de grote agglomeraties en industriezones vertonen vanaf 1979 een vrijwel stationair verloop. De variaties stemmen in grote mate overeen met de opeenvolging van de seizoenen (tengevolge van de verwarming van woningen, kantoren en bedrijven). De hoogste *NO_2-concentraties* zijn geconstateerd in de kernstad van de grote agglomeraties Antwerpen en Gent. Het *zwevend stof* in de lucht vertoont vanaf de jaren '80 een lichte stijging, waarschijnlijk ten gevolge van het stijgend aantal dieselvoertuigen. Sedert 1988 is deze stijging meer uitgesproken en het gevolg van

de steeds verder toename van de verkeersdichtheid in de grote agglomeraties. De concentraties kunnen oplopen tot 0,3 mg/m³ lucht. De dalende tendens van de *loodconcentraties* (Pb) in de lucht boven de grote agglomeraties is het gevolg van het toenemend gebruik van loodvrije benzine. Vanaf 1990 kent deze evolutie weer een licht stijgend verloop te wijten aan de toename van het verkeer. De *VOS-verontreiniging* stijgt eveneens met de toename van het verkeer.

Luchtverontreiniging heeft schadelijke gevolgen voor de menselijke gezondheid. Studies in het buitenland bevestigen onder andere:

- de relatie tussen aandoeningen aan de luchtwegen en de graad van luchtverontreiniging in steden (Polen);
- de schadelijke invloed van luchtverontreiniging in dichtbevolkte gebieden op de menselijke chromosomen en DNA-moleculen en hogere kankerfrequentie (Polen);
- de stijging van de mortaliteit in het stookseizoen (Athene);
- de invloed van NO_2-concentraties in lucht op astma-patienten (Quebec).

Luchtverontreiniging tast ook de gebouwen en monumenten aan (betonrot, oxydatie van metalen, gipsvorming bij kalkhoudende gesteenten) wat hun levensduur, uiterlijk en dus ook hun economische waarde negatief beïnvloedt.

De negatieve gevolgen van luchtverontreiniging voor planten (vooral korstmossen en naaldbomen) zijn in het buitenland bestudeerd; evoluties in Vlaanderen zijn niet bekend. De gevolgen voor dieren zijn niet goed bekend.

Waterverontreiniging

Voor de beschrijving van de waterkwaliteit bemonstert de VMM de waterlopen regelmatig op meerdere meetpunten. Er bestaan echter geen specifieke meetgegevens noch doelstellingen over de kwaliteit van het oppervlaktewater in stedelijke gebieden, omdat de VMM binnen stedelijke gebieden geen meetnet (wel enkele meetpunten) heeft, noch systematisch onderzoek doet.

De VMM maakt in haar jaarverslag[5] 'Meetnet oppervlaktewater 1992' evenmin melding over de kwaliteit van waterlopen in stedelijke gebieden De overzichtskaarten met de fysisch-chemische en de biologische waterkwaliteit in Vlaanderen (toestand 1992) tonen aan dat de waterkwaliteit stroomafwaarts van grote steden daalt. Aangezien de grote industriegebieden (Antwerpen-Noord en Gentse Kanaalzone) ook daar gesitueerd zijn, is er geen onderscheid mogelijk tussen industriële en stedelijke vervuiling.

De rioleringsgraad in stedelijke gebieden bedraagt gemiddeld > 70 %. Bovendien beschikken niet alle stedelijke gebieden over waterzuiveringsinstallaties met voldoende capaciteit. Daardoor wordt een belangrijk deel van het huishoudelijk en industrieel afvalwater in stedelijke gebieden ongezuiverd naar natuurlijke waterlopen afgevoerd. De illegale lozingen via riolering of rechtstreekse dumping van gevaarlijk vloeibaar en vast afval zorgen voor fysisch-chemische en biologische vervuiling van het water. De verontreiniging van beken en rivieren leidt in stedelijke gebieden tot hinder voor de omwonenden door zichtbare vervuiling (ronddrijvend vuil, verkleuring, schuimvorming, grootschalig afval) of door geurhinder. Voornamelijk ondiepe waterlopen en vijvers worden minder of ongeschikt voor fauna en flora door eutrofiëring.

Bodemverontreiniging

De bodem is een medium met een lang geheugen zodat vervuiling van eeuwen geleden nog in de ondergrond terug te vinden is. Vroeger kwam het grootste deel van het stedelijk huishoudelijk afval en van afbraak in de bodem terecht. Een deel werd uitgevoerd naar de velden rond de stad die ondertussen door het stedelijk gebied

werden ingenomen. Aangezien deze natuurlijke materialen meestal biologisch afbreekbaar waren, lieten ze weinig sporen na. Sinds de industriële revolutie verandert de hoeveelheid en de samenstelling van het industriële en huishoudelijke afval. De afvalprodukten kunnen door hun aard een gevaar betekenen voor mens en natuur en zij worden niet altijd op gecontroleerde wijze afgevoerd. Bovendien zijn er andere vormen van bodemverontreiniging ontstaan (gebruik van strooizouten, lekkende leidingen en rioleringen, ingegraven stookolietanks).

De gevolgen van bodemverontreiniging in stedelijke gebieden zijn:

- ongeschiktheid van gronden voor recreatiegebieden, speelterreinen, woonwijken en moestuinen, wat ruimteverlies betekent binnen het beperkte stedelijk gebied voor aanleg van nieuwe projecten;
- een gevaar voor de volksgezondheid voor personen (voornamelijk kinderen) die geregeld vertoeven op (on)bekende verontreinigde terreinen;
- natuurverarming: hoewel vele planten een zekere tolerantie ontwikkelen, kan vervuiling leiden tot schade en verdwijnen van soorten; de plantengroei in stedelijke bodems wordt negatief beïnvloed door de aanwezigheid van diverse verontreinigingen zoals zware metalen en de meestal vrij hoge zuurtegraad.

Verdroging

Het gevolg van bouwen en verharden zijn tijdelijke of permanente wijzigingen van het freatisch oppervlak wat uitdroging van de bovenste grondlagen en verdichting van de bodem tot gevolg heeft. Door het bemalen van bouwputten worden beken en vijvers leeggezogen. Verdichting van de bodem maakt bestaande gebouwen en infrastructuren gevoelig voor zettingen. De schade aan gebouwen en infrastructuren tast hun visuele, functionele en economische waarde aan. Bij een bodemcompactie boven 1,7 g/cm^3, die vaak bereikt wordt in stedelijke bodems, kunnen plantenwortels moeilijker in de bodem dringen. Verlaging van de grondwaterstand kan via een toegenomen doorluchting van de bodem leiden tot een verhoogde mineralisatie, waardoor meer voedingsstoffen vrijkomen voor planten.

Geurhinder

De geurhinder is in stedelijke gebieden groter dan in niet-industriële landelijke gebieden. Er zijn meer geurbronnen aanwezig en de windsnelheden liggen er lager. Er doet zich een probleem voor wanneer de geuremissie (van een bedrijf) onvoldoende verdund wordt door de natuurlijke atmosferische verspreiding. In stedelijke gebieden is door de bebouwingsdichtheid meestal minder ruimte voorhanden om de nodige afstand te bewaren tussen bron en omwonenden (zie III.9 Hinder: stank).

Geluidshinder

Volgens een enquête van de OESO[6] in 1971 was de verkeersdrukte de belangrijkse bron van lawaai, gevolgd door vliegtuigen, bedrijven, burengeluiden, treinen en bouwwerken. Recentere gegevens zijn niet beschikbaar. Verder blijkt het aandeel van de geluidsoverlast tengevolge van het verkeer in de tijd toe te nemen. Ook blijkt het aantal personen dat op enige wijze geluidshinder ondervindt, toe te nemen naar de kern van het stedelijk gebied toe (van 37 % naar 67 %).

Visuele hinder

Visuele hinder vermindert uitsluitend de leefbaarheid van de stedelijke ruimte voor de mens. Een ondoordachte aanleg van infrastructuren en hoogbouw verstoren zichten en perspectieven en tasten zo de herkenbaarheid aan voor de stadbewoner. Het openbaar domein werd aangepast in functie van het gemotoriseerde verkeer waardoor het aan kwaliteit heeft ingeboet.

Een bijzonder aspect van visuele vervuiling is de lichtvervuiling. De gevolgen zijn: het verdwijnen van de sterrenhemel, bemoeilijken van astronomische waarnemingen, psychologische klachten (slaapstoornissen) en groeistoornissen bij planten. Nochtans blijkt uit buitenlandse gevallenstudies dat het verminderen of zelfs weglaten van straatverlichting en campusverlichting niet noodzakelijk tot een toename van ongevallen, criminaliteit of vandalisme leiden. Openbare verlichting leidt vaak enkel tot schijnveiligheid[7].

De lichtgloed van een stad wordt gemeten met een fotometer en wordt uitgedrukt ten opzichte van het natuurlijke achtergrondlicht. De relatie tussen lichtgloed (I), bevolkingscijfer (b) en afstand tot de stad (r, in km) is $I = 0{,}01 \times b \times r^{-2{,}5}$. In sommige streken van de VS werden jaarlijkse toenamen van de lichtgloed vastgesteld van 20 % tot 30 %. In Vlaanderen worden deze metingen niet opgevolgd.

Onveiligheid

Onveiligheid vermindert eveneens de leefbaarheid van de stedelijke ruimte. Het verkeer vormt barrières en veroorzaakt een reëel gevoel van onveiligheid. Uit tabel 3 blijkt dat 66 % van de ongevallen met gewonden zich situeren binnen de bebouwde kom. Ook blijkt dat de kans op een ongeluk groter is bij aaneengesloten bebouwing dan bij verspreide of onderbroken bebouwing. De meeste ongelukken met dodelijke afloop gebeuren wel buiten de bebouwde kom.

Tabel 3: Ongevallen (in %) binnen en buiten de bebouwde kom.

	Doden	Gewonden	Totaal aantal slachtoffers	Totaal aantal ongevallen
Binnen de bebouwde kom				
• Gesloten bebouwing	19,4	31,8	41,6	45,0
• Onderbroken bebouwing	10,0	12,3	12,3	12,4
• Verspreide bebouwing	8,0	8,4	8,9	8,6
Totaal	*37,4*	*52,4*	*62,8*	*66,0*
Buiten de bebouwde kom				
• Gesloten bebouwing	2,2	2,2	2,3	2,3
• Onderbroken bebouwing	13,0	11,2	9,4	8,8
• Verspreide bebouwing	47,4	34,2	25,5	23,0
Totaal	*62,6*	*47,6*	*37,2*	*34,1*

Bron: NIS

Binnenhuisverontreiniging[8]

Gebouwen kunnen aanleiding geven tot verschillende aandoeningen en ziekten bij mensen die er wonen en werken. De voornaamste aandoeningen zijn:

Aandoeningen veroorzaakt door radioactiviteit. Sommige gipssoorten die in gebouwen verwerkt worden, bevatten radon. Blootstelling aan radon doet zich ook voor in gebouwen die opgetrokken werden op granietrotsen (voornamelijk in Wallonië). De gemiddelde jaarlijkse radonconcentratie in woningen bedraagt ongeveer 45 Bq/m³ in Vlaanderen, tegenover 75 Bq/m³ in Wallonië. De aanwezigheid van radon verhoogt - in combinatie met sigaretterook - het risico op longkanker.

Aandoeningen veroorzaakt door infectie. Het binnenhuismilieu leent zich tot het voortplanten van een aantal infecties aan de ademhalingswegen (verkoudheden en griep). De toename van deze infecties, voornamelijk in de wintermaanden, is te wijten aan een vermindering van de relatieve vochtigheid van de lucht door de verwarming.

Immunologisch-allergisch geïnduceerde aandoeningen. De airconditioningziekte is de belangrijkste vertegenwoordiger in deze groep. Deze ontsteking van de luchtwegen wordt onder andere veroorzaakt door de kiemen die zich bevinden in het water van het airconditioningsysteem. Aangezien in onze streken airconditioning minder verspreid is in privé woningen, doch vooral te vinden is in industriële complexen (kantoorgebouwen, magazijnen en ateliers) kan het gebruik van airconditioning aanleiding geven tot het ontstaan van beroepsziekten. De aandoening komt even vaak voor bij mannen als bij vrouwen en de frequentie ligt rond 4 per 1 000 blootgestelde individuen.

Fysisch-biochemisch geïnduceerde aandoeningen. Deze groep is zeer uitgebreid en meerdere factoren kunnen diverse klachten veroorzaken. Tot deze groep behoren: asbestvezels, tabaksrook, uitlaten en lekken van verwarmingsinstallaties (NO_x, CO, CH_4, CO_2, SO_2), stoffen vrijgezet uit plastics en isolatiemateriaal (voornamelijk formaldehyde), glasvezels en particulaire materialen (delen van tapijtvezels, stoffen en wandbekleding). De aandoeningen variëren van asbestose, longkanker (ook door passief roken), irriterend effect voor de slijmvliezen en allergieën (door formaldehyde), jeuk (glasvezels) en irriterende effecten (particulaire materialen).

Verstoring van het comfort. Naast de elementaire verstoringen van het comfort in gebouwen zoals niet aangepaste temperatuur en blootstelling aan irriterende stoffen zijn tochtverschijnselen ten gevolge van airconditioning zeer frequent. Voor een optimaal comfort moet de luchtsnelheid beperkt blijven (0,25 m/s voor kantoorwerk). Een andere factor is de relatieve vochtigheid; beneden de 20 % (relatieve vochtigheid) zijn elektrostatische ontladingen frequent.

'Sick Building Syndrome'. In de laatste decennia werden een aantal aandoeningen in gebouwen waargenomen die geen duidelijk aanwijsbare oorzaak hebben. Deze aandoeningen worden samengebracht onder de noemer 'Sick Building Syndrome' (SBS). Om van SBS te kunnen spreken moeten de verschijnselen gevonden worden bij een groot deel (30 % tot 80 %) van de blootgestelde populatie en moet er een verband met het werk bestaan, wat betekent dat de klachten verdwijnen tijdens het weekend of vakanties.
De Wereld-Gezondheidsorganisatie (WGO) schat dat in 30 % van de nieuwe of heringerichte kantoorgebouwen symptomen van SBS aanwezig zijn en dat 10 % tot 30 % van de bewoners aan deze aandoening lijden. De klachten komen vaker maar niet uitsluitend voor in gebouwen die kunstmatig geventileerd worden, vooral wanneer verwarmde of gekoelde lucht door het gebouw wordt gestuurd. De klachten doen zich vaker voor wanneer de werknemers niet zelf de ventilatie van het werklokaal kunnen beïnvloeden (ramen niet te openen), wanneer meer individuen samen aanwezig zijn en wanneer er gerookt wordt.
De belangrijkste symptomen van SBS zijn : hoofdpijn (in 43% van de gevallen); irritatie van het bindvlies van de ogen (46 %); irritatie van slijmvliezen der bovenste luchtwegen (46 %); duizeligheid, gebrek aan concentratie, droge huid en moeheid (57 %).

Verspilling en versnippering van ruimte

Onoordeelkundig ruimtegebruik leidt tot een vermindering van de functionele, economische en belevingswaarde van de ruimte. Het uiteenleggen van de verschillende stedelijke functies veroorzaakt een grotere behoefte aan locaties en grotere tussenafstanden die aanleiding geven tot de aanleg van meer infrastructuren. Vele grootschalige voorzieningen (distributiecentra, hypermarkten, industrieterreinen) en hinderlijke voorzieningen (storten, elektrische centrales) zijn buiten het stedelijk gebied gevestigd wat de vraag naar ruimte en vervoer doet toenemen. Het gevolg is een fragmentatie van de verstedelijkte ruimte en een aantasting van de open ruimte.

Aantasting en inkrimping van lokale flora en fauna

Evolutie van natuur in de stedelijke gebieden. De aanwezigheid van groene zones in stedelijke gebieden heeft de volgende positieve effecten:

- de groene ruimte beïnvloedt de ervaring van het klimaat, in de zomer is het minder warm omdat bladgroen veel zonnestralen absorbeert en schaduwrijke plaatsen creëert;
- in groene ruimten dringt regenwater gemakkelijker in de grond, hierdoor wordt de waterbalans beter in evenwicht gehouden en droogt de bodem minder snel uit;
- stofvorming wordt verminderd door de vochtige bodem en door het bladerdek.

Tot de meest opvallende stedelijke natuurelementen behoren de parken, tuinen, bermen, oevers en straatbeplantingen. In België hebben in vergelijking met het buitenland, relatief veel woningen (70 %) een eigen tuin. Typisch voor natuur in stedelijke gebieden zijn de diversiteit aan biotopen (vaak op zeer kleine schaal) en de aanwezigheid van geïntroduceerde soorten of exoten, meestal afkomstig uit zuiderse streken. Dit laatste kan verklaard worden door de hogere temperatuur en de drogere bodems in steden. Ondanks de klimaatverschillen is de flora van diverse Europese steden sterk gelijkend. De soortendiversiteit kan hoog oplopen: zo herbergt Londen ca. 60 % van de planten en zoogdieren in Groot-Brittannië. Stedelijke gebieden herbergen vrij weinig zeldzame of sterk gespecialiseerde soorten, hoewel sommige bedreigde soorten hun toevlucht zoeken in tuinen[9,10].
Naast diverse verontreinigingen en bodemverdichting en -verdroging, zijn er nog enkele typisch stedelijke bedreigingen van flora en fauna. Betreding en vandalisme geven aanleiding tot verdere aantasting en inkrimping van lokale flora en fauna. Nieuwe bouwtechnieken maken gebouwen minder geschikt voor muurplanten en als nestelplaats voor dieren. Tenslotte kunnen inheemse soorten bedreigd worden door concurrentie met geïntroduceerde exoten, cultuurvolgers of huisdieren, of hun genetische identiteit verliezen door hybridizering.

Evolutie in de tijd. Sinds 1864 zijn in Berlijn de meeste inheemse planten achteruitgegaan, terwijl de neofyten (d.i. planten geïntroduceerd na 1500) sterk vooruitgaan. Meer dan de helft van de inheemse plantensoorten zijn er bedreigd[11]. In Vlaanderen werden soortenlijsten op basis van eenmalige inventarisaties gepubliceerd voor Brussel en Gent[12], en fragmentarische gegevens zijn beschikbaar voor sommige andere steden bij diverse verenigingen en particulieren. In de Gentse binnenstad werden 195 hogere plantesoorten aangetroffen. Voor dieren zijn geen gebundelde gegevens beschikbaar.

Rand-centrum relaties. De hoeveelheid groen en de diversiteit van dieren en planten neemt sterk toe van de kernstad naar de rand, terwijl het aandeel van de exoten afneemt. Dit is ten dele een tijdseffect: centraal gelegen stadsdelen zijn reeds langer verstedelijkt. De verstoringen zijn echter ook ingrijpender in het centrum van de stad. Bepaalde warmteminnende planten kunnen zich alleen in de kernstad handhaven. Naast de hoeveelheid groen is ook de bereikbaarheid van de groenzone belangrijk. In de binnenstad van Gent heeft slechts 24 % van de inwoners toegang tot de groenzone binnen een afstand van 500 m.
Door het uitbreiden van de stadsrand worden stukken van de open ruimte ingesloten en omringd door stedelijk gebied. Zij kunnen als 'groene vingers' nog verbonden blijven met de open ruimte, maar worden in toenemende mate blootgesteld aan verstoringen waarvan verkeer en recreatie de belangrijkste zijn. In sommige natuurrestgebieden wordt een natuurlijke ontwikkeling toegestaan, maar deze volgt meestal op grondige verstoringen zoals storten en opspuiten, zodat het oorspronkelijk karakter grotendeels verdwijnt (zie bv. Hobokense Polder, Oude Landen, Blokkersdijk rond Antwerpen). Groene vingers en natuurrestgebieden zijn potentieel zeer gevoelig voor versnipperingseffecten (zie III.12 Versnippering van de Open Ruimte). Waterlopen

hebben een grote potentie als verbindingselement met de open ruimte, maar door sterke vervuiling wordt deze zelden gerealiseerd.

2.2 | Milieuwaliteitsdoelstellingen

De kwaliteitsdoelstellingen in stedelijke gebieden worden afgeleid van de behoeften van de mens (referentiekader in 1.3) en van de intrinsieke waarde van de natuur. Het behoud en de verbetering van de kwaliteit van de dagelijkse leefomgeving staan voorop. Ons inziens moet het mogelijk zijn door ruimtelijke keuzen en milieubeleid de toename van de milieuverstoringen af te remmen of zelfs te doen verdwijnen. Concreet betekent dit dat er grenzen gesteld moeten worden aan mogelijke nieuwe ontwikkelingen in verhouding tot de draagkracht van het stedelijk milieu.

De complexiteit van en onderlinge samenhang tussen stedelijke problemen vraagt om meer integratie bij beleidsbeslissingen met betrekking tot milieu en ruimtelijke ordening. Het accepteren van de verantwoordelijkheid voor de gevolgen van onze activiteiten op alle niveaus - individu, bedrijven en overheid - is een belangrijke voorwaarde voor de verbetering van het milieu. Tegelijkertijd moet de verweving van functies in stedelijke gebieden garant staan voor het vrijwaren van de open ruimte en het beter functioneren van het stedelijk systeem.

Deze doelstellingen zijn slechts te bereiken door enkele cruciale punten te verwezenlijken, met name voldoende groenvoorziening, een gezond binnenklimaat en het beperken van lichtverstrooiing, energiegebruik, afval en verkeersdrukte. Dit vereist naast een goede ruimtelijke organisatie en structuur, ook de aanwezigheid van natuur in stedelijke gebieden.

Voldoende groenvoorziening

De natuur moet goed kunnen functioneren en groen dat verdwijnt, moet dan ook worden vervangen. Daarenboven moet de realisatie van (nieuw) groen aan zijn functie aangepast zijn. Dit houdt in dat de groenaanleg deel moet uitmaken van de ruimtelijk planning in overleg met personen uit verschillende disciplines. De natuurlijke elementen houden evenmin op aan de grens van het stedelijk gebied. Het beklemtonen van de continuïteit van natuurlijke en landschappelijke elementen (rivier- en beekvalleien) is erg belangrijk.

In verband met de behoefte aan een *minimale oppervlakte stedelijk groen per inwoner in een buurt of wijk* geven tal van publikaties uiteenlopende normen. In volgende lijst is voor enkele landen de gewenste oppervlakte groene stadsruimte weergegeven:

- België: 14 à 35 m²/inwoner;
- Frankrijk: 70 m²/inwoner;
- Nederland: 19 à 47 m²/inwoner;
- Engeland: 28 m2/inwoner;
- Spanje: 4 à 14 m²/inwoner.

De normen gaan van 4 m² tot 70 m² per inwoner. Het gemiddelde bedraagt 29 m² per inwoner. De grote verschillen zijn te verklaren door het niveau buurt of wijk waarop deze cijfers betrekking hebben. De behoefte aan openbaar groen is omgekeerd evenredig met de beschikbaarheid van privé-tuinen.

Voor wat de *bereikbaarheid van groen* betreft, wordt een afstand tussen de woning en het groen van 400 m als norm aanvaard. Dit is de afstand die een wandelaar in 5 minuten kan overbruggen en die ook geldt voor de bereikbaarheid van andere functies zoals haltes van het openbaar vervoer, wijkschooltjes en parkeergelegenheden. Analoog zouden scholen binnen loopafstand toegang moeten hebben tot een groengebied voor educatie en recreatie.

Er werden geen specifieke richtcijfers gevonden voor de bufferende werking (stof, temperatuur, lawaai ...) van groen. Nochtans moet men niet teveel verwachten van deze bufferfuncties. Ca. 10 ha groene ruimte is nodig om het stadsklimaat in de onmiddellijke omgeving merkbaar te beïnvloeden. In dit opzicht is een netwerk van lijnvormige elementen, zoals (meervoudige) bomenrijen beter geschikt.[1]

Gezond binnenklimaat

De parameters die bijdragen tot het comfort en de hygiëne in werkplaatsen en woningen worden ingedeeld in:

- thermisch comfort;
- akoestisch comfort;
- hygiëne van het binnenmilieu.

Deze comforteisen moeten nagestreefd worden in functie van de activiteiten, de apparaten en het aantal personen (rokers / niet-rokers) waarvoor het gebouw of lokaal bedoeld is. Om te voldoen aan specifieke comforteisen moeten verluchting, verwarming of afkoeling, vochtbeheersing, thermische en akoestische isolatie binnen aanvaardbare waarden gestuurd worden. Teneinde een aantal aandoeningen die verband houden met SBS in gebouwen te reduceren, stelt W.J. Stevens (UIA) voor om de relatieve vochtigheid tussen 20 % en 60 % en de luchtsnelheid beneden de 0,23 m/s te houden.

Beperking lichtverstrooiing

Zowel de hinder door verlichting voor individuen als de lichtgloed van een stad als geheel moeten beperkt worden tot een algemeen aanvaard niveau. Dit geldt zowel voor lichtreclames, wegen- en padenverlichting, parkverlichting als voor de inwendige en uitwendige verlichting van gebouwen. Een correcte integratie van verlichting in de omgeving houdt rekening met: de hoeveelheid licht, de kwaliteit van het licht, het verbruik, de lichtverdeling en de plaatsing.

3 | Bronnen en oorzaken

De belangrijkste bronnen van milieuverstoringen in de stedelijke gebieden zijn:

- de concentratie van de bebouwing, infrastructuren en verharde oppervlakten;
- de densiteit van het verkeer;
- de concentratie van huishoudelijke en industriële energiegebruikers;
- de produktie van grote hoeveelheden vast afval, afvalwater en schadelijke gassen;
- niet aangepast materiaalgebruik en luchtbehandelingssystemen in gebouwen.

Het belang van deze oorzaken ligt niet alleen in de fenomenen zelf, zoals bebouwing en verkeer, maar in de karakteristieken die deze bronnen binnen het stedelijk gebied vertonen op het vlak van concentratie, vermenging, samenstelling en omvang.

3.1 | Concentratie van bebouwing en van infrastructuren

Een kenmerk van de stedelijke gebieden is de concentratie van cultuurlijke elementen op een beperkte oppervlakte. Wegens de hoge kostprijs van de bouwgrond is de bebouwing zeer dicht waardoor de verhouding totale vloeroppervlakte/terreinoppervlakte (V/T) in stedelijke centra groter is dan 1. In Antwerpen is een V/T van 3 toegelaten.

Stedelijke gebieden ontwikkelen zich meer en meer langs knooppunten van verkeersinfrastructuren. De concentratie van verschillende soorten verkeersdragers (wegen, spoorwegen, waterlopen) is eigen aan stedelijke gebieden. Al deze infrastructuren zijn verantwoordelijk voor het verlies van een deel van de onverharde oppervlakte.

Wegens de vraag naar meer kantoren en parkeergelegenheden in de kernsteden en de stijgende grondprijzen is er een toenemende tendens tot het volbouwen van de onverharde binnenplaatsen, wat leidt tot een bijkomende verharding van de bodem en een vermindering van de groene oppervlakte.

Kenmerkend voor stedelijke gebieden zijn de intensieve bouwactiviteiten en de verharding van aanzienlijke oppervlakken voor gebouwen, wegen, opslagplaatsen in open lucht, binnenplaatsen en parkeerplaatsen. Tijdens het bouwproces worden de grondlagen afhankelijk van hun mechanische draagkracht en de kwetsbaarheid ten opzichte van samendrukking door de zware machines min of meer verdicht. Door de verharding dringt het hemelwater niet in de bodem, maar wordt het via het stedelijk riolerings- en collectornet afgevoerd naar beken of rivieren. In Brussel is 50 % van de totale stadsoppervlakte verhard, in de kernstad is dit zelfs 85 %. In steden wordt dan ook tot 90 % van het regenwater gedraineerd, tegenover 10-15 % in landelijke gebieden.

3.2 | Vervoersmodi en de densiteit van het verkeer

De concentratie van functies en verkeersinfrastructuren veroorzaakt vele verkeersbewegingen in stedelijke gebieden. De auto zorgt voor de grootste belasting: gemiddeld 57 % van de mensen binnen het woon-werkverkeer kiest voor de auto (tabel 4). Zelfs in het woon-schoolverkeer speelt de auto een niet-onbelangrijke rol (20,2 %) (tabel 5).

Tabel 4: Verdeling woon-werkverkeer naar vervoerswijze voor de stedelijke gebieden.

	Verdeling naar vervoerwijze (%)		
	Auto	Openbaar vervoer	Fiets
Antwerpen	57	32	11
Gent	59	21	20
Brussel	48	50	2
Leuven	60	14	26
Genk	71	9	20
Hasselt	65	7	28
Brugge	50	5	45
Mechelen	57	12	31
Sint-Niklaas	50	7	43
Kortrijk	57	5	38
Oostende	49	10	41

Bron: Verkeers- en Vervoerplan Vlaanderen, 1990[14].

Tabel 5: Verdeling woon-schoolverkeer naar vervoerswijze voor de centrumgemeenten van de stadsgewesten.

	Verdeling naar vervoerwijze (%)		
	Auto	Openbaar vervoer	Fiets
Antwerpen	20	48	32
Gent	23	41	36
Brussel	23	72	5
Leuven	22	24	53
Genk	13	35	52
Hasselt	25	19	56
Brugge	16	13	71
Mechelen	18	29	53
Sint-Niklaas	24	16	60
Kortrijk	22	19	59
Oostende	16	25	60

Bron: Verkeers- en Vervoerplan Vlaanderen, 1990[14].

Binnen stedelijke gebieden is de milieuverstoring door auto's en bussen groter dan daarbuiten. Daar zijn de volgende redenen voor:

- de helft van de autoritten is korter dan 5 km, Hierdoor raken de motoren niet opgewarmd en is de uitstoot van schadelijke stoffen groter;
- een stedelijke rit is een aaneenschakeling van stoppen en vertrekken. Hierdoor worden de motoren hoger belast waardoor zij anders vervuilen. Het verkeer binnen de bebouwde kom veroorzaakt dan ook de hoogste emissie van schadelijke stoffen per verreden kilometer.
- ook door de slijtage van remmen komen schadelijke stoffen in de lucht (bijvoorbeeld asbest);
- het gedurig stoppen en vertrekken veroorzaakt eveneens meer lawaai;
- de concentratie van wegen en parkeerplaatsen geeft aanleiding tot bodemverontreiniging. Olielekken en strooizouten zijn hier de oorzaak van;
- de wegen in stedelijke gebieden zijn omzoomd met gebouwen waardoor het geluid veeleer weerkaatst en versterkt dan geabsorbeerd wordt;
- het ruimtebeslag voor wegen, autobergplaatsen en parkeerplaatsen is aanzienlijk in stedelijke gebieden;
- de nadrukkelijke aanwezigheid van auto's hindert de andere verkeersgebruikers, met inbegrip van het openbaar vervoer. De drukke wegen vormen een barrière voor de voetgangers;
- de luchtverontreiniging bereikt in tunnels en op drukke kruispunten gevaarlijke piekconcentraties.

Het *fietsonvriendelijk karakter* van steden wordt bepaald door een gebrek aan eigen infrastructuur (fietspaden, bergplaatsen), een gebrek aan comfort (wegdekmaterialen, overgangen, beschikbare ruimte), het uiteenleggen van verschillende functies waardoor de afstanden te groot zijn voor fietsers, en het aantal en de snelheid van de auto's (geeft een gevoel van onveiligheid).

Het gebruik van het *openbaar vervoer* loopt terug in stedelijke gebieden. Hiervoor kan men de volgende oorzaken aanwijzen:

- het openbaar vervoer loopt vast in de autofiles bij gebrek aan een eigen tracé en beïnvloeding van verkeerslichten;
- de stedelijke gebieden ontwikkelen zich steeds verder, maar niet meer langs de grote openbare vervoersassen; dit vergt een inefficiënte uitbreiding van het openbaar vervoersnet;
- er zijn onvoldoende financiële middelen voor de nodige technologische aanpassingen om het openbaar vervoer aan de hedendaagse normen van comfort en snelheid aan te passen; dit verzwakt de concurrentiële positie van het openbaar vervoer ten opzichte van de auto;
- er zijn te grote piekmomenten in de vervoersvraag die slechts met inzet van veel personeel en materieel kunnen worden opgevangen;
- er is een onvoldoende afstemming van de dienstregelingen tussen de verschillende openbare vervoersnetten.

De auto is een *ruimteverslindend* vervoermiddel. Een gemiddelde bezetting van 1,47 personen per rijdende auto (1989) is ten dele verantwoordelijk voor de grote ruimtebehoefte van dit vervoermiddel. De auto heeft ook veel ruimte nodig als hij stilstaat (ongeveer 25 m^2 per parkeerplaats). Bovendien zijn er voor elke auto minstens twee parkeerplaatsen nodig: één bij de woning en één bij een mogelijke eindbestemming (werk, winkel, ontspanning). In 1991 telde men 1 auto per 2,5 inwoners.

Het verkeer is de belangrijkste bron van *geluidshinder* in stedelijke gebieden. Een auto brengt gemiddeld 80 dBA voort. Bussen en vrachtwagens scoren aanmerkelijk hoger. De totale geluidshinder is afhankelijk van vele factoren zoals de verkeersintensiteit,

het aantal keren stoppen en vertrekken, de snelheid, het aandeel van het vrachtverkeer, het wegdekmateriaal, de reflecties en de aanwezigheid van schermen.

Tabel 2 geeft een vergelijking weer tussen de geluidsproduktie van de verschillende stedelijke voertuigen op basis van auto-equivalenten. Eén auto-equivalent komt overeen met de geluidsproduktie van één auto bij een snelheid van 50 km/h rijdend op glad asfalt.

Tabel 2: Geluidsproduktie van enkele stedelijke voertuigen.

Voertuig	Auto-equivalenten
Personenwagen	1
Tram (baan op een ballastbed)	7
Tram (baan op asfalt)	20
Bus	15
Zware vrachtwagen	40

Bron: Huijbrechts A. J., 1993.

Het aantal zware vrachtwagens in een stedelijk gebied is onder andere afhankelijk van de aanwezigheid van een omleidingsweg. Uit tellingen (1992) in Sint-Niklaas blijkt dat van het totaal aantal voertuigen 15 % zware vrachtwagens zijn. Dit is een vrij hoog percentage omdat het zwaar verkeer bij gebrek aan omleidingsweg door het centrum moet rijden. In de meeste stedelijke gebieden ligt het aandeel zware vrachtwagens niet boven 10 %.

Enkel in Antwerpen, Gent en aan de kust rijden trams. De moderne trams maken steeds minder lawaai, vooral wanneer zij op een verbeterde fundering (ballastbed) rijden. Het geruisloos naderen van trams is tegenwoordig een oorzaak van stijgende verkeersongevallen met voetgangers en auto's.

3.3 | Energiegebruik

Luchtvervuiling in stedelijke gebieden is voor een deel het gevolg van de verwarming van gebouwen en het energiegebruik voor ambachtelijke en industriële processen. Omdat rijwoningen en appartementen minder warmte verliezen dan alleenstaande woningen, veronderstellen we dat de emissies voor verwarming hoger zullen zijn in landelijke gebeiden dan in stedelijke gebieden. Er zijn ons geen globale specifieke cijfers voor stedelijke gebieden bekend die deze veronderstelling bevestigen. Verder is de penetratie van de aardgasverdeling in stedelijke gebieden hoger dan in landelijke gebieden, waardoor de gemiddelde emissies minder belastend zijn. De reden waarom de bijdrage van het energiegebruik in stedelijke gebieden tot de luchtverontreiniging niet te verwaarlozen is, is de zeer hoge woningdichtheid en het feit dat de emissies zich voegen bij die van het verkeer en de industrie.

3.4 | Afval

Het afvalprobleem van stedelijke gebieden wordt veroorzaakt door: de bevolkingsdichtheid, de verscheidenheid van economische activiteiten, de concentratie van dienstverlenende functies (ziekenhuizen, kantoren); de lagere graad van recyclage door gebrek aan opslagruimte in woningen; minder mogelijkheden voor gebruik van GFT-afval. De afstand tot de containerparken kan aanleiding geven tot problemen voor vervoer van het afval.

3.5 | Luchtbehandelingssystemen en ongeschikt materiaalgebruik in gebouwen

Energiebesparende maatregelen hebben er enerzijds toe geleid dat gebouwen steeds beter van de buitenlucht worden afgeschermd. Anderzijds heeft het gebruik van

nieuwe materialen en uitrusting geleid tot een toename van vervuilende stoffen. De concentratie van deze stoffen ligt dikwijls hoger dan in de buitenlucht en soms zelfs boven de industrieel toegelaten normen.

De oorzaken van binnenhuisverontreiniging zijn:

- de ondergrond: hoofdbron van radon;
- hoge vochtigheid ten gevolge van bouwvocht, regendoorslag, opstijgend vocht, condensatie, defecte structuur (meer oudere woningen in steden);
- onvoldoende afvoer van allerlei verbrandingsprodukten naar de buitenlucht door gebrekkige schoorsteentrek. Dit volgt uit een onvoldoende schoorsteenhoogte, maar specifiek in stedelijke gebieden uit de nabijheid van hoogbouw waardoor een plaatselijk hoog drukgebied ontstaat;
- onvoldoende natuurlijke ventilatie door verbeterde sluiting van ramen en deuren;
- het toenemend gebruik van isolatiematerialen, bekledingen, verven, lijmen en voegprodukten;
- airconditioning met onvoldoende of niet onderhouden filtersystemen (vooral in kantoorgebouwen). De buitenlucht die onvoldoende of helemaal niet gefilterd het gebouw binnendringt zorgt eveneens voor geurhinder;
- menselijke aanwezigheid: een persoon in een kantoor produceert tussen 6 à 10 miljoen deeltjes van 0,3 µm per minuut.

3.6 | VLAREM

Het Vlaams reglement inzake milieuvoorwaarden voor hinderlijke inrichtingen (VLAREM)[15] heeft een beslissende invloed op de aanwezigheid van industriële en ambachtelijke activiteiten in het stedelijk gebied. Het algemeen voorkomingsprincipe in het VLAREM legt zware verplichtingen op aan bedrijven in een stedelijk milieu. Deze algemene voorwaarden worden verder aangevuld met specifieke exploitatievoorwaarden per bedrijfssector voor hinderlijke inrichtingen. Daarin wordt bepaald dat de exploitatie van bepaalde bedrijven binnen het woongebied verboden wordt of dat minimumafstanden van 50 m en meer gerespecteerd moeten worden. Het gaat meestal om bedrijven die activiteiten hebben die hinder (door stof, lawaai en geur) of gevaar voor de onmiddellijke omgeving kunnen opleveren.

Hierdoor worden de exploitatievoorwaarden binnen stedelijke gebieden dermate streng en duur dat de bedrijfsleiding verkiest haar activiteiten naar een afgelegen maar gemakkelijk bereikbaar industriegebied te verhuizen. Zo stimuleert de milieuwetgeving bepaalde bedrijven om zich naar de rand van het stedelijk gebied of erbuiten te verplaatsen. De gevolgen zijn een verdere aantasting van de open ruimte en een verarming van de stedelijke omgeving.

4 | Rol van de doelgroepen

De doelgroepen die in eerste instantie betrokken zijn als veroorzakers van de milieuverstoringen in stedelijke gebieden zijn:

- bevolking (vnl. de pendelaars en de huisgezinnen);
- industrie;
- verkeer en vervoer;
- recreatie;
- bouwsector (projectontwikkelaars, ontwerpers).

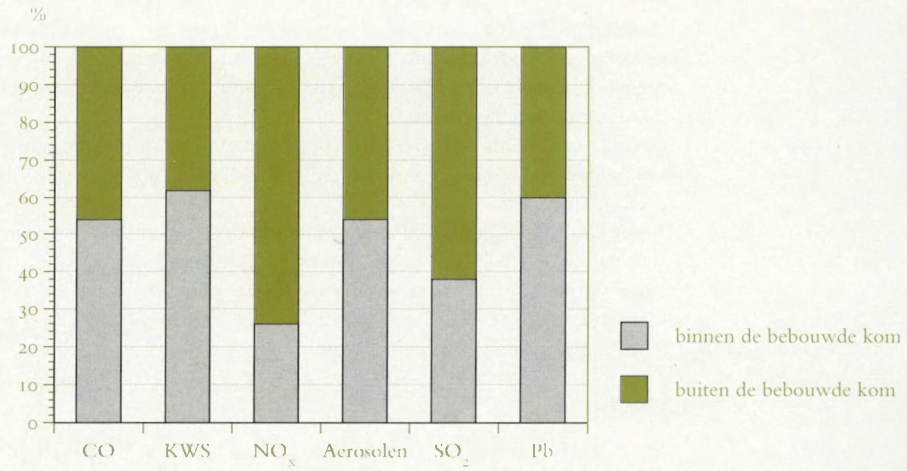
Een bijzondere rol wordt gespeeld door:

- gemeentelijke en gewestelijke overheden;
- GOM's en Intercommunales;
- handel- en dienstensector.

4.1 | Als veroorzakers van de milieuverstoringen

Het *wegverkeer* is verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de totale uitstoot van stof, SO_2, NO_x, KWS, lood en CO. Ruim de helft van de CO, KWS, aërosolen en lood wordt binnen de bebouwde kom uitgestoten (figuur 4). De bebouwde kommen zijn aaneengesloten bebouwde gebieden binnen en buiten het stedelijk gebied.

Figuur 4: Emissie in % door het wegverkeer binnen en buiten de bebouwde kom (1984).



Bron: Handboek verkeers- en vervoerkunde, 1985[16]

Verkeer tast de kwaliteit aan van het openbaar domein, dat in stedelijke gebieden herleid is tot een verkeersruimte. De opeenstapeling van wegdekmaterialen, wegschilderingen, verkeersborden en -lichten kan men als visuele hinder bestempelen. De oorspronkelijke structuur van de stedelijke gebieden was niet aangepast aan het moderne verkeer. Door de vraag naar een betere autobereikbaarheid werd het stedelijk weefsel doorsneden met grotere wegbreedtes, andere bochtstralen en nieuwe tracés. De verhoogde mobiliteit maakt de spreiding van functies mogelijk met versnippering van de ruimte tot gevolg.

Regionale en gemeentelijke overheden spelen een belangrijke rol als opstellers en uitvoerders van de ruimtelijke aanlegplannen en als ontwerpers en beheerders van het openbaar domein (inclusief het openbaar groen) in de stedelijke omgeving.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

De *bevolking* moet zich medeverantwoordelijk voelen voor het milieu en haar bedrag aanpassen:

- minder autorijden, meer carpoolen en meer het openbaar vervoer gebruiken;
- minder verbruiksgoederen aanschaffen die veel afval veroorzaken;
- meer afval recupereren, composteren, beter scheiden van afval;
- beter onderhoud van verwarmingsinstallaties, overschakelen op aardgas;
- meer thermisch isoleren en beter ventileren van woningen, nieuwe gebouwen laten uitdrogen voor ingebruikneming;
- zich vestigen in stedelijke gebieden, dicht bij het werk of bij haltes van het openbaar vervoer;
- minder energiegebruikende huishoudtoestellen en minder geluidsproducerende apparaten aanschaffen en gebruiken.

Voor de sensibilisering en de verhoging van het verantwoordelijkheidsgevoel van de bevolking is het nodig structuren te creëren op gemeentelijk niveau waarmee dialoog en samenwerking in stedelijke gebieden en tussen stedelijke gebieden onderling worden aangemoedigd.

Bedrijven moeten in stedelijke gebieden meer dan elders:

- door interne milieuzorgsystemen waken over de conformiteit van hun activiteiten met de milieurichtlijnen;
- door de vestiging en de bedrijfsvoering van hun werkplaatsen de hinder voor de omgeving tot een aanvaardbaar niveau herleiden;
- door de keuze van hun vestigingsplaats de vervoersvraag voor grondstoffen, eindprodukten en personeel beperken;
- de geuremissies aan de bron beperken (het verhogen van schoorstenen heeft slechts zin indien het oorspronkelijk emissiepunt laag is - lager dan 10 m - en de geuremissie beperkt is);
- een compacte energie- en ruimtebesparende architectuur van hun bedrijfsgebouwen nastreven; de verharding voor opslagplaatsen en parkings beperken, de aanleg rond het bedrijfsterrein verzorgen en de groenaanleg maximaliseren;
- gemeenschappelijk transport voor het woon-werk verkeer van hun personeel aanbieden of aanmoedigen.

Ontwerpers en *planners* moeten:

- de relatie stad-natuur opnieuw zichtbaar maken;
- nieuwe typologieën voor rijwoningen en bouwblokken aanbieden waarin groenaanleg, privacy en bezonning optimaal zijn;
- zorgen voor voorzieningen (haltes, groen, scholen, parkeergelegenheid) binnen loopafstand;
- door materiaalgebruik (zonder schadelijke stoffen) het binnenklimaat van de gebouwen verbeteren;
- meer individueel regelbare klimaatbeheersing aan de gebruikers van lokalen aanbieden: minder airconditioning (indien wel, beter onderhoud van de filters), meer directe verluchting.

De *regionale en gemeentelijke overheid en diensten* verantwoordelijk voor milieu en ruimtelijke ordening moeten:

- hun respectievelijk beleid bijsturen en komen tot een geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid;
- de ongewenste ruimtelijke neveneffecten van VLAREM corrigeren;
- dit beleid ondersteunen door het stellen van voorbeelden aan de bevolking en het geven van economische en fysieke stimulansen voor milieubewust gedrag en voor actieve deelname aan het beheer van de stedelijke omgeving; hierbij is eveneens aandacht nodig voor voorlichting en controle; aanbieden van gescheiden huisvuilophaling en meer containerparken zijn voorbeelden;
- de natuur in stedelijke gebieden als een belangrijke verantwoordelijkheid erkennen en stimulansen geven aan de bevolking voor het medebeheer van de natuurlijke elementen; de bevolking moet geïnformeerd worden over ecologisch groenbeheer;
- de natuurverenigingen en scholen beter inschakelen voor studie, beheer, bescherming en educatie over stedelijk groen;
- de uitvoering van hun rioleringsprogramma en waterzuiveringsinstallaties bespoedigen, illegale lozingen vormen een probleem en moeten efficiënter bestreden worden.

5 | Maatregelen

Maatregelen die gericht zijn op het voorkomen, reduceren en milderen van milieuverstoringen in de stedelijke ruimte moeten ondersteunend werken door een *geïntegreerd ruimtelijk en milieubeleid*. Dit betekent dat niet alleen de directe oorzaken van de milieuverstoringen moeten worden aangepakt, maar tevens de ruimtelijke, sociale en economische omstandigheden die de eigenlijke oorzaak van het probleem vormen. Door het geïntegreerd karakter van dit beleid kan de doeltreffendheid ervan ten aanzien van maatschappelijke tendensen en economische activiteiten vergroot worden. In de praktijk betekent dit dat in een gemeente een Ruimtelijk Structuurplan gecombineerd wordt met de opmaak van een Milieubeleidsplan.

5.1 | Curatieve of effectgerichte maatregelen

Aantasting van de natuur

Er moeten netwerken van natuurlijke elementen in stedelijke gebieden verwezenlijkt worden (*ecologische infrastructuur*). De restanten van de open ruimten die in het stedelijk gebied in de vorm van groene vingers doordringen, moet worden geherwaardeerd op basis van uitvoeringsplannen die een algemeen bouwverbod opleggen en voorstellen bevatten voor heraanleg als recreatieve zone voor de stedeling.

In het centrum moeten de typisch stedelijke natuurlijke habitaten bevorderd worden, waarbij criteria als toegankelijkheid, esthetische en educatieve waarde en weerstand tegen verstoring belangrijk zijn. Naar de rand van het stedelijk gebied toe worden de (half-)natuurlijke ecosystemen belangrijker en moet aandacht geschonken worden aan versnipperingseffecten, door het realiseren van grote oppervlakken groen (minimum 5 ha) met een minimum aan fysieke barrières zoals wegen, muren en dergelijke (zie ook III.12 Versnippering van de Open Ruimte). Concreet betekenen voldoende, aantrekkelijke en goed verdeelde groenvoorzieningen het aanleggen van minimaal 25 m^2 wijkgroen per persoon op gemiddeld 400 m loopafstand van woningen, die niet over een tuin beschikken. Natuurverenigingen die de natuur in de stedelijke gebieden beheren, bestuderen en aan milieu-educatie doen, moeten gestimuleerd worden. Tevens kunnen beheerstechnische ingrepen leiden voor een meer natuurlijke ontwikkeling van stedelijk groen, waardoor ook kosten bespaard kunnen worden[9,10].

Verstoorde leefomgeving

Het openbaar domein moet aan de zwakke weggebruiker aangepast worden om de veiligheid en de leefbaarheid van de stad te verbeteren. Hierbij is een duidelijke positieve discriminatie van de zwakke weggebruiker gewenst. Projecten voor *stadsvernieuwing* met invulbouw en projecten zoals 'Stad aan de Stroom' die stedelijke gebieden kunnen herwaarderen als drager voor de woon- en leefstructuren moeten gestimuleerd worden. Het is nodig de vestigingsplaats en de concentratie van de activiteiten aan de draagkracht van het stedelijk gebied aan te passen.

Aantasting van de open ruimte

Het ruimtelijk beleid moet komen tot goede afwegingen van de ruimteclaims door maatschappelijke activiteiten en daarvoor creatieve oplossingen vinden. Een maximale *verweving van functies* in stedelijke gebieden is daarbij onontbeerlijk. Verder is het belangrijk kringlopen te ontwikkelen met betrekking tot het (her-)gebruik en de inrichting van de stedelijk ruimte op alle schalen en niveaus.

Sick Building Syndrome

De belangrijkste factor is de controle van het ventilatiesysteem. Aan individuen moet indien mogelijk de gelegenheid gegeven worden de omgevingsomstandigheden zelf

te controleren (openen ramen, temperatuur en ventilatie regelen). Bovendien moeten ruimtes ingedeeld worden voor een kleiner aantal personen en lawaai/geur/stof-verspreidende toestellen moeten worden afzonderd. Roken moet beter gecontroleerd worden.

5.2 | Emissiebrongerichte en procesgeïntegreerde maatregelen

Concentratie van bebouwing en verharde oppervlakken

- Functionele incorporaties in het ecosysteem van de bebouwde oppervlakte door o.a. beperking van verharde oppervlakte, het opvangen van regenwater in plaats van het onmiddellijk af te voeren en de toepassing van 'groene' daken en muren;
- Binnengebieden in bouwblokken door gemeentelijke uitvoeringsplannen vrij van bebouwing houden, parkings ondergronds aanleggen met groenbedekking, terreinen rond bedrijven en woningen nooit volledig laten verharden;
- Bepalen van normen voor dichtheden van bebouwing in bouwblokken, wijken en buurten.

Verkeer

- Een stadsverkeersplanning die op lange termijn rekening houdt met alle vormen van vervoer en met de planning van het landgebruik en milieudoelstellingen. Dit betekent nieuwe openbare vervoerdiensten opzetten als alternatief voor nieuwe wegen (opstoppingen en parkeerbeperkingen vormen in sommige gevallen een adequaat ontmoedigingsinstrument);
- Het openbaar vervoernet aanpassen aan de nieuwe stedelijke ontwikkelingen en het aanleggen van sporen op eigen tracé gecombineerd met verkeerslichtenbeïnvloeding.
- Aanbieden van 'park and ride'-faciliteiten samen met betere aansluitingen tussen intercity-vervoer en interne stadsnetwerken;
- Het aanleggen van verkeersarme of -vrije straten en verkeersdrempels in de woonbuurten;
- De aanleg van een fijnmazig fietspadennet en het bevorderen van goede fiets- en wandelverbindingen tussen het centrum en de open ruimte;
- Concentratie van stedelijke voorzieningen en intensieve werkgelegenheid in de binnenstad, minder intensieve vormen van werkgelegenheid bij knooppunten van openbaar vervoer, nieuwe woningbouw verdelen over de bestaande stedelijke gebieden in functie van hun groeimogelijkheden;
- Het oprichten van distributiecentra aan de randen van het stedelijk gebied teneinde het zware goederenvervoer volledig uit het centrum te bannen. In deze centra kunnen de goederen worden overgeladen op kleinere, milieuvriendelijke (elektrische) vrachtwagens.
- Het autogebruik afremmen door een heffing op het gebruik van wegen in stedelijke gebieden en gemeentelijke grondbelastingen die evenredig stijgen met de afstand tot de stedelijke gebieden.

Energiegebruik

- Het gebruik van aangepaste lichtarmaturen met zijdelingse lichtafscherming om strooilicht tegen te gaan. Het gebruik van reflectoren en bewegingsmelders om het gebruik van licht te verminderen en het vervangen van hoge druk kwiklampen door lage druk natriumlampen die een smaller spectrum uitzenden, maar een hoger rendement hebben en dus energie besparen; de straatverlichting beter integreren in de omgeving;
- Het inrichten en afbakenen van stedelijke zones voor bescherming tegen lucht- en bodemverontreiniging door het opleggen van beperkingen aan de emissies van stookinstallaties en het stimuleren van het gebruik van milieuvriendelijke brandstoffen. Het K.B. van 26 juli 1971 heeft bijvoorbeeld de 5 agglomeraties Antwerpen, Brussel,

Charleroi, Gent en Luik tot zones voor speciale bescherming tegen luchtverontreiniging genoemd. Binnen deze zones wordt het gebruik van voor gebouwenverwarming bestemde brandstof aan strenge regels onderworpen.

- Stadspatronen ontwikkelen waarbij rekening gehouden wordt met passieve zonneverwarming en factoren zoals oriëntatie, nabijheid en windschermen op niveau van het bouwblok, die een *rationeel energiegebruik* bevorderen en mogelijke geluidshinder reduceren;
- Energieplanning op stedelijk niveau doorvoeren, met een beter verdeling van distributienetten en koppeling van wijkverwarming met energieopwekking.

Afval

- de reductie van het volume en samenstelling van het huisvuil op gemeentelijk vlak door het aanbieden van geselecteerde ophaling, uitbreiden van containerparken en particulier en openbare composteerinstallaties.

Materialen

- het zoeken naar technieken en materialen voor gebouwen die positieve effecten hebben op de bewoners (*eco-architectuur*), met inbegrip van het aanwenden van dak- en muurbegroeiingen.

VLAREM

- de voorschriften van VLAREM herschrijven in functie van het stimuleren van een verantwoord verweven van wonen en werken en zoeken naar normen en technische middelen om bedrijvigheid in het algemeen meer aanvaardbaar te maken in stedelijke gebieden.

Er is in Vlaanderen behoefte aan geïntegreerde en op elkaar afgestemde *metingen* en *inventarissen* in de verschillende stedelijke gebieden teneinde een correct inzicht te hebben in de huidige milieusituatie. Deze studie heeft uitgewezen dat die informatie zeer fragmentair aanwezig is. De inventarisatie moet op Vlaams regionaal niveau gestuurd worden om bruikbaar te zijn. Het milieuconvenant is een noodzakelijke maar ontoereikende stap in de goede richting. *Stadseffectrapportage* moet worden ingevoerd voor belangrijke initiatieven en voor beleidsvoorstellen in stedelijke gebieden. Dit betekent dat men economische initiatieven of beleidsvoorstellen met belangrijke ruimtelijke, milieu-technische en -hygiënische implicaties op de verschillende compartimenten van het globale stedelijk gebied vooraf gaat onderzoeken en de resultaten ervan in de besluitvorming opneemt.

Referenties

1 Ontwerp Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, Plangroep, Brussel, maart 1994.

2 Ministerie van VROM, Vierde Nota Ruimtelijke Ordening, Den Haag, 1988.

3 Europese Gemeenschappen - Commissie, Groenboek over het stadsmilieu, Luxemburg, 1990.

4 Vlaamse Milieumaatschappij - Bestuur Meetnetten en Planning, Jaarverslag Immissiemeetnet Luchtverontreiniging, 1991-1992.

5 Vlaamse Milieumaatschappij - Bestuur Meetnetten en Planning, Jaarverslag meetnet oppervlaktewater, 1992.

6 vermeld in Stichting Leefmilieu, Het lawaai, een plaag van deze tijd, nr.5, 1973.

7 Miroen E., Lichtvervuiling: een ontkoombaar maatschappelijk verschijnsel, Volkssterrenwacht Urania, Hove, 1992.

8 Stevens W.J., Het Sick Building Syndrome en air conditioning ziekte, Studiedag luchtkwaliteit in gebouwen, WTCB, 1992.

9 Gilbert O.L., The ecology of urban habitats, Chapman & Hall, London, 1989.

10 Koster, A., Stedelijk Groen natuurlijker, Directie Natuur, Milieu en Faunabeheer, Den Haag, 1989.

11 Sukopp H., Heiny S., Kowarik I., Urban ecology: plants and plant communities in urban environments, SPB Academic Publishing bv, Den Haag, 1990.

12 de Buck H., Hertogen E., Verboven J., Waelput D., Wat bloeit langs Gentse wegen? Groen en groenbeheer in de stad Gent, Stichting Vlaams Instituut voor Natuurbeheer, Gent, 1986.

13 Deelstra T., Natuur in de steden voorbeelden uit binnen- en buitenland, International Institute for the Urban Environment, Delft, 1990.

14 Sauwens J. Minister van Openbare Werken en Verkeer, Verkeers- en Vervoerplan Vlaanderen delen 1, 2 en 3, Brussel, 1990

15 Besluit van de Vlaamse Executieve van 7.01.92 houdende vaststelling van het Vlaams reglement inzake milieuvoorwaarden voor hinderlijke inrichtingen (VLAREM) (B.S.14.12.92)

16 Clerx W.C.G., Emissies door verbranding en wrijving, Handboek verkeers- en vervoerkunde, deel M verkeer en omgeving, VUGA, 1985.

Devuyst D., The Ecosystems Approach, 3.4 Urban Environments, VUB-Press, Brussel, 1993.

Dubuisson J., e.a., L'environnement immédiat du logement, FIHUAT, Luxemburg, 1976

Duvigneaud P., La synthèse écologique, Doin, Paris, 1974.

Horbert et al., Ecological Contributions to Urban Planning, Blackwell Publications, Oxford, 1980.

Huijbrechts A. J., *Geluid*, 2 (1993).

Koning E.; Tjallingii S., Ecologie van de stad: een verkenning, Den Haag: Stadsecologie, 1991.

Lauwers D., Korsmit J., Keppler U., Structuurplan Vlaanderen Mobiliteit, Brussel, 1993.

Strategisch Integraal Milieubeleidsplan, Milieudienst, Groningen, 1991.

Tjallingii S., Ecologisch verantwoorde stedelijke ontwikkeling, Wageningen : Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek - DLO, 1992.

Begeleiders

R. Dams, Vakgroep Analytische Chemie, RUG

L. Hens, Eenheid Menselijke Ecologie, VUB

M. Hermy, Instituut voor Natuurbehoud

F. Vanhaverbeke, Plangroep Structuurplan Vlaanderen

III.14 Verlies van biodiversiteit

R.F. Verheyen, G. Van Spaendonk, Departement Biologie, UIA,
J.-P. Maelfait, M. Hermy, P. Ulenaers,
Instituut voor Natuurbehoud,
K. Rombouts, J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

1 | Beschrijving van het thema

1.1 | Definitie van biodiversiteit

Biologische diversiteit of *biodiversiteit* is de verscheidenheid aan levensvormen.

Het begrip 'biodiversiteit' duidt meestal de veelheid aan soorten of organismen aan. Maar biodiversiteit heeft ook betrekking op de variatie aan ecosystemen, levensgemeenschappen, populaties en genen. Biologische diversiteit doet zich dus voor op alle niveaus van biologische organisatie. Het onderzoek beperkt zich echter meestal tot *ecosysteemdiversiteit*, *soortendiversiteit* en *genomische diversiteit* (diversiteit op het genniveau).

1.2 | Belang van biodiversiteit

Biodiversiteit is niet alleen een opvallend kenmerk van natuur, het is tevens een noodzakelijke voorwaarde voor het voortbestaan ervan. Soortendiversiteit en genomische diversiteit zijn essentieel voor ecosystemen. Op hun beurt houden ecosystemen in belangrijke mate de levensvoorwaarden op aarde in stand door hun regulerende invloed op klimaat, water, bodem, nutriënten, enz.. Genomische diversiteit vormt de basis voor natuurlijke selectie en maakt aanpassing van soorten aan een veranderende omgeving mogelijk. De soortendiversiteit heeft een belangrijke signaalfunctie: veranderingen kunnen aangeven dat er iets fundamenteel fout loopt in het betreffende systeem.

De soortendiversiteit levert de mensheid veel directe economische voordelen. De natuur vormt de primaire bron voor de landbouw en uiteenlopende industrieën. Tal van soorten dienen als voedsel of als basismateriaal voor medicijnen en industriële toepassingen zoals natuurlijke pesticiden, vezels, vetten en oliën. De zeer grote diversiteit aan soorten - er zijn op wereldschaal tot op heden ongeveer 1,4 miljoen soorten beschreven; schattingen van het werkelijk aantal variëren tussen 5 en 30 miljoen! - betekent een groot potentieel aan mogelijke toepassingen. Niet alleen nieuwe toepassingen, ook bestaande toepassingen putten herhaaldelijk uit deze diversiteit. Bij de veredeling van cultuurgewassen worden voortdurend kenmerken van 'wilde' verwanten ingekruist. Biodiversiteit is daarom een kostbaar *genetisch reservoir*, en bezit een grote economische potentiële waarde.

Naast deze intrinsieke waarde van de biodiversiteit in de natuur, kunnen wij niet voorbij gaan aan het 'dieper ecologisch gevoel' in de huidige maatschappij. De natuur wordt niet meer enkel als bron voor exploitatie gezien, maar ook als 'gemeenschappelijk erfgoed' dat op een duurzame wijze beheerd moet worden. Sommige organismen krijgen in dit opzicht geen waarde toegewezen in termen van nut tot de mens, maar bezitten een inherent bestaansrecht. Uit deze visie vloeit het streven naar het behoud van biodiversiteit automatisch voort.

De UNCED-conferentie (Rio de Janeiro, 1992) heeft een aantal documenten opgeleverd, waaruit de mondiale erkenning van het belang van biodiversiteit blijkt. Het behoud van biodiversiteit komt aan de orde in Agenda 21, het actieprogramma voor de 21ste eeuw. Het Verdrag inzake Biologische Diversiteit beoogt het behoud van de biologische diversiteit, het duurzame gebruik van bestanddelen ervan en de eerlijke verdeling van de voordelen die voortvloeien uit het gebruik van genetische rijkdommen.

1.3 | Bedreigingen voor biodiversiteit

Biodiversiteit is een natuurkenmerk dat sterk afhankelijk is van omgevingsfactoren zoals temperatuur, neerslag, aard van de bodem en wisselwerking tussen planten en dieren. Deze factoren verschillen van plaats tot plaats en veranderen voortdurend. Daarom zijn ook de genomische diversiteit, de soortendiversiteit en de ecosysteemdiversiteit voor het ene gebied anders dan voor het andere gebied. Bovendien zijn ze permanent onderhevig aan verandering.

Door toedoen van de mens in het verleden is het Vlaamse landschap grondig gewijzigd. Ongerepte natuur is er niet meer aanwezig. De eeuwenlange, kleinschalige landbouw heeft geleid tot landschappen met secundaire levensgemeenschappen, die soms zeer soortenrijk zijn of waren. Daardoor zijn onze landschappen wellicht gevarieerder en rijker aan soorten dan bij een volledig natuurlijke ontwikkeling met hoofdzakelijk een bosbedekking het geval zou zijn geweest.

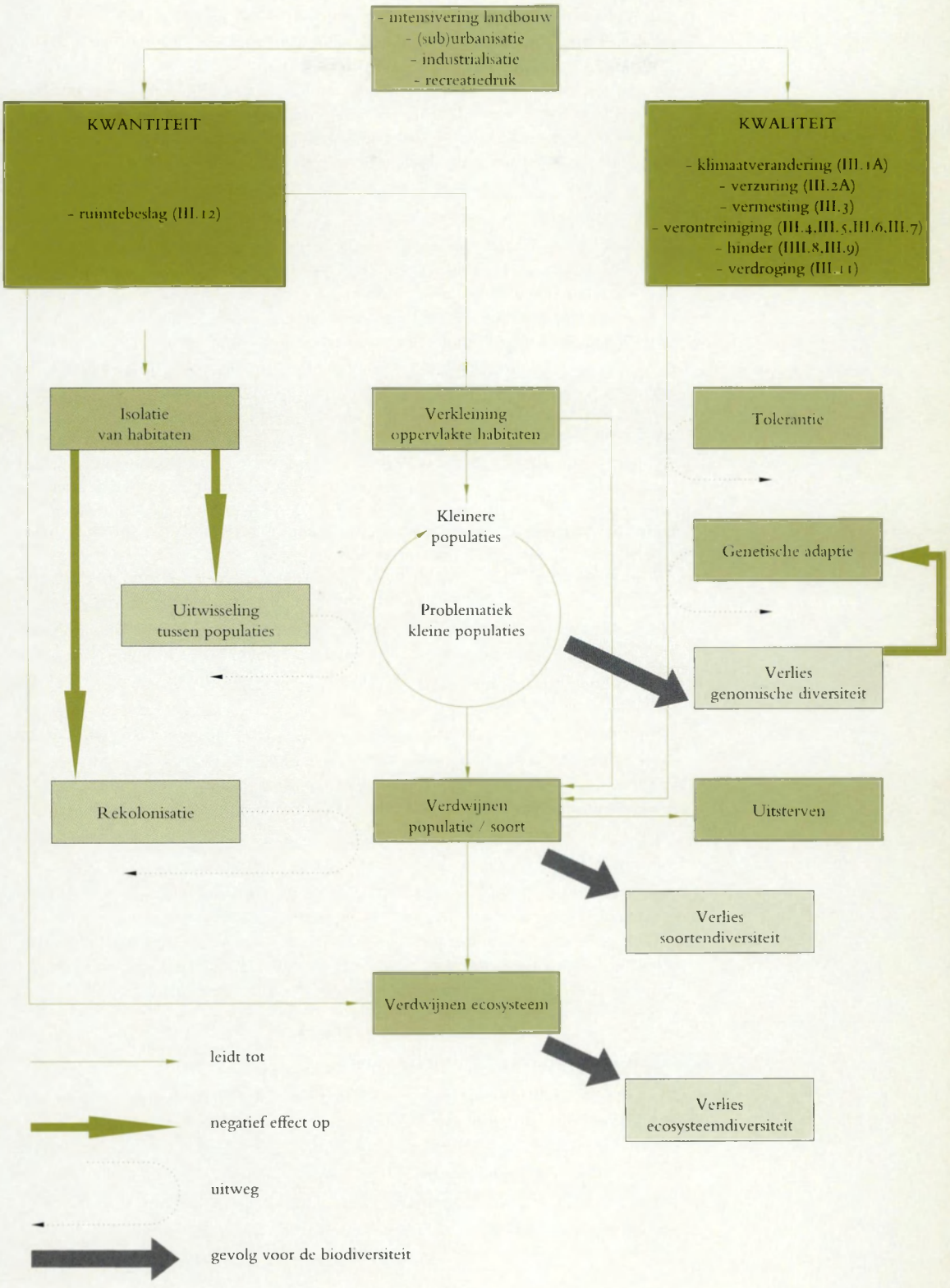
In het huidige landschap wordt de biodiversiteit bedreigd door talrijke menselijke activiteiten, zoals intensivering van de landbouw, (sub)urbanisatie, industriële expansie en intensieve recreatie. Figuur 1 geeft schematisch weer hoe deze kenmerken van de moderne samenleving een effect kunnen hebben op de verschillende niveaus van biodiversiteit. Ruwweg maken we een onderscheid tussen *kwantitatieve* en *kwalitatieve* verstoringen.

Kwantitatieve verstoringen hebben betrekking op het ruimtebeslag van de activiteitssectoren. Ruimtebeslag heeft tot gevolg dat habitaten verdwijnen, dat de oppervlakte van habitaten verkleint en dat de resterende habitaten meer en meer geïsoleerd raken (zie III.12 Versnippering van de Open Ruimte). Die isolatie wordt nog versterkt doordat lijn- en puntvormige landschapselementen, die voor vele organismen dienst doen als verbindingswegen tussen habitaten, in het moderne cultuurlandschap sterk in aantal verminderd zijn. Terwijl zulke kleine landschapselementen vroeger een eigen plaats innamen in de kleinschalige landbouwbedrijven, worden ze nu uitsluitend in functie van het natuurbehoud en de landschapszorg bewaard of aangelegd.

Ruimtebeslag beïnvloedt de ecosysteemdiversiteit rechtstreeks omdat het benutten van de open ruimte door de mens ten koste gaat van ecosystemen.

De verkleining van een gebied heeft een negatieve invloed op het aantal soorten binnen dat gebied. Hoe groter een ecosysteem, hoe meer plante- en diersoorten het kan bevatten; bij het verkleinen zal het aantal gevestigde soorten verminderen. Die soortenvermindering volgt niet noodzakelijk onmiddellijk op de ingreep, en is afhankelijk van het type ecosysteem.

Figuur 1: Schematische voorstelling van de mechanismen van het verlies van biodiversiteit.



De vermindering van de oppervlakte van habitaten brengt verder met zich mee dat de overblijvende populaties van plante- en diersoorten inkrimpen. Daardoor neemt de genomische diversiteit van zulke populaties af en ook dit kan de betreffende populatie negatief beïnvloeden. Naast genetische wetmatigheden kunnen allerlei toevalsfactoren een groot effect hebben op kleine populaties, wat een verdere verkleining en een eventueel verdwijnen van de populatie tot gevolg heeft (kringeffect in figuur 1). De kans op lokaal uitsterven is dan ook groter naarmate de populatie kleiner is. Een grote uitwisseling tussen populaties kan de problematiek van kleine populaties opvangen. Isolatie van habitaten bemoeilijkt of verhindert zulke uitwisselingen. Het verdwijnen van populaties kan plaatselijk het verdwijnen van de betreffende soorten inhouden.

Verandering van klimaat (zie III.1A), verzuring (zie III.2A), vermesting (zie III.3), verdroging (zie III.11) en alle vormen van verontreiniging (zie III.6, III.7) en hinder (zie III.8, III.9) kunnen samengebracht worden onder de noemer '*kwalitatieve verstoringen*'. Deze verstoringsprocessen veranderen het leefmilieu van individuele planten en dieren. Organismen zijn in mindere of meerdere mate bestand tegen veranderingen in hun omgeving. Figuur 1 geeft dit aan met het begrip 'tolerantie'. Individuen die de veranderingen niet verdragen, verdwijnen. Indien sommige soortgenoten door toeval genetisch zodanig afwijken dat ze in de nieuwe situatie wel goed kunnen functioneren, is de basis gelegd voor natuurlijke selectie. Deze individuen bezitten de eigenschappen om in de veranderde omgeving te overleven en hun nakomelingen erven deze eigenschappen. Zo kan een volledige populatie zich aanpassen aan de nieuwe situatie ('genetische adaptatie' in figuur 1). Het vermogen tot genetische adaptatie wordt sterk aangetast wanneer de betreffende populatie klein en geïsoleerd is.

Wanneer bij een bepaalde verandering van het milieu noch tolerantie, noch genetische adaptatie mogelijk zijn, zal de betreffende soort plaatselijk verdwijnen.

Het verlies van de soortendiversiteit kan slechts hersteld worden door rekolonisatie vanuit andere gebieden. De isolatie van habitaten bemoeilijkt echter de rekolonisatie. Bij soorten met een beperkt leefgebied kan het plaatselijk verdwijnen tot het volledig uitsterven van de soort leiden.

Wanneer binnen een ecosysteem meerdere soorten verdwijnen, of wanneer de verdwenen soorten een belangrijke functie hadden binnen het ecosysteem, kan het ecosysteem (soms zelfs ingrijpend) veranderen. Zo had het verwijderen van een aantal predator-soorten in een kust-ecosysteem een sterke vermindering van de soortendiversiteit van dat ecosysteem tot gevolg.

Ook de *wisselwerkingen* tussen kwantitatieve en kwalitatieve verstoringen zijn van groot belang. Een belangrijke wisselwerking heeft te maken met de beïnvloeding van ecosystemen door naburige gebieden. Kleine gebieden zijn over het algemeen slechter gebufferd tegen negatieve invloeden van buitenaf dan grote. Ze staan dus sterker bloot aan kwaliteitsverstoringen. Zo hebben de onttrekking van grondwater, de inwaaiing van mest en het lawaai uit naburige gebieden meer invloed op kleine gebieden dan op grote.

1.4 | Ruimtelijk perspectief en tijdsperspectief

Voor een aantal plante- en diergroepen bestaan in Vlaanderen inventarisatie- of karteringsgegevens. Een groot aantal groepen is echter nog niet geïnventariseerd. De beschikbare informatie is meestal afkomstig uit plaatselijke onderzoeken. Een volledig beeld van de verspreiding van soorten en hun ecologische vereisten is vaak niet voorhanden. Daardoor is er weinig informatie over de graad van bedreiging beschikbaar.

Studies naar de verspreiding van plante- en diersoorten zijn zeer arbeidsintensief en

tijdrovend. Bruikbare, gebiedsdekkende verspreidingsgegevens van een bepaalde plante- of diergroep vereisen jarenlange inventarisatie door meerdere deskundigen. Betrouwbare conclusies over de evolutie van die groepen - breiden ze uit of gaan ze achteruit? - kunnen pas getrokken worden wanneer dit soort inventarisaties meerdere malen (bijvoorbeeld elke 10 jaar over een periode van 50 jaar of meer) en bovendien op steeds dezelfde wijze gebeuren. Voor enkele groepen bestaan er sets van verspreidingsgegevens die min of meer toelaten conclusies te trekken omtrent hun evolutie. Onder meer voor ongewervelden (Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen) en hogere planten (Nationale Plantentuin van België) werden zulke vergelijkingen gemaakt. Op kleinere schaal gebeuren sporadisch ook herhaalde (bijvoorbeeld jaarlijkse) inventarisaties van bepaalde planten- of diergroepen. Meestal zeggen zulke studies alleen iets over de plaatselijke toestand. Conclusies uit zulke monitoring-studies kunnen niet zonder meer veralgemeend worden.

Een aantal ecosystemen (zoals heide en bos) is op oud cartografisch materiaal herkenbaar, waardoor het mogelijk is om hun toenmalige oppervlakten met de huidige te vergelijken. Deze tijdsserie is echter zeer ruw (Ferraris-kaarten: ± 1770; Vandermaelen-kaarten: ± 1845) en het voorbereidend werk (digitaliseren) is voor grote gebieden (Vlaanderen) zeer arbeidsintensief.

2 | Milieu-impact en kwaliteitsdoelstellingen

2.1 | Genomische diversiteit

Er is bijzonder weinig onderzoek verricht naar de genomische diversiteit van wilde flora en fauna in Vlaanderen. De beschikbare studies geven dan ook geen volledig beeld van de genomische diversiteit in de wilde flora en fauna. In 1991 werd een oriënterend onderzoek verricht naar de genetische verscheidenheid van de stengelloze sleutelbloem in het resterende en versnipperde areaal van deze Atlantische soort in Vlaanderen. Uit de voorlopige verwerking van de gegevens komt naar voren dat zelfs kleine en geïsoleerde populaties genetisch nog zeer divers zijn, maar dat de genetische verscheidenheid daalde in populaties in lineaire landschapselementen naarmate de individuen zich meer aan de uiteinden van die elementen bevonden. Weinig mobiele diersoorten, zoals de rode eekhoorn en de wintervlinder, zijn in kleine bosfragmenten genetisch armer dan in grotere bossen. De mobielere zangvogels zijn in de kleine fragmenten genetisch minder verarmd (ongepubliceerde gegevens, Universitaire Instelling Antwerpen, groep dierenecologie). Om dit groot tekort aan relevante gegevens te verhelpen, werd begin 1994 door het Instituut voor Natuurbehoud, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, de Universiteit van Gent en het Universitair Centrum van Antwerpen een uitgebreid onderzoek opgestart naar de genomische diversiteit van een aantal groepen ongewervelden.

2.2 | Soortendiversiteit

Biogeografisch kader flora

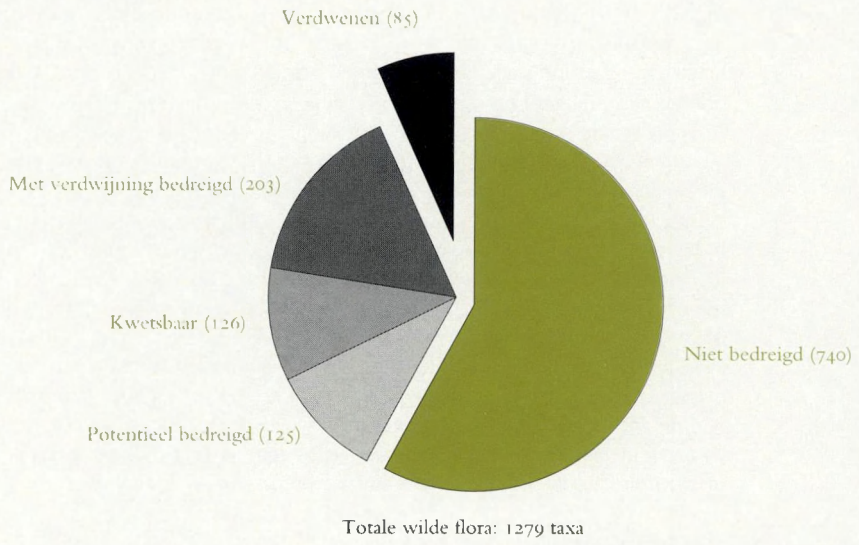
De huidige wilde flora in Vlaanderen is het resultaat van een migratie vanuit het zuiden en zuidoosten na de laatste ijstijden ca. 10 000 jaar geleden. De verandering van natuurlijke ecosystemen (hoofdzakelijk bos) onder invloed van de mens begon ca. 7 000 jaar geleden. Naarmate meer bewijsmateriaal uit archeologie, geomorfologie en historische ecologie beschikbaar wordt, blijkt deze degradatie veel groter en omvangrijker te zijn geweest dan vroeger werd aangenomen[1]. Zo was het bosareaal in westelijk België in de Romeinse tijd al uiteengevallen tot een aantal min of meer sterk gescheiden boscomplexen. De spontane migratie van de flora na de ijstijden werd dus wellicht al heel vroeg geremd door de versnippering van natuurlijke ecosystemen.

Op basis van de huidige verspreiding van de hogere plantesoorten behoort Vlaanderen fytogeografisch tot het Atlantisch domein; soms wordt een apart kustdomein onderscheiden. De grens met het Middeneuropese domein loopt door België bij de Samber-Maasvallei. Het flora-verval (i.e. de veranderingen in de flora naarmate men een afstand aflegt) is hier aanzienlijk. Ondanks de kleine oppervlakte en het geringe verschil in hoogteligging is de natuurlijke variatie in bodems groot, wat zich weerspiegelt in de flora. Een aanzienlijk aantal plantesoorten bereiken in België, Vlaanderen of even ten zuiden van België de noordgrens van hun areaal.

Hogere planten

De toestand van de hogere planten in Vlaanderen is tamelijk goed bekend, maar de informatie is sterk verdeeld over diverse bronnen. Een voorlopige lijst van de Vlaamse flora van 1990 vermeldt 1 001 soorten, waarvan 82 verdwenen en vermoedelijk verdwenen soorten en 23 probleemsoorten. In een gelijksoortige lijst van 1994 is sprake van 1 279 taxa (soorten en ondersoorten)[2]. Figuur 2 geeft de bedreigingstoestand van deze taxa weer[3]. De soorten van de volgende ecosystemen zijn het meest bedreigd: hoge schorren en contactsituaties tussen zout en zoet milieu, schorren en sterke brakke wateren, voedselarme wateren en periodiek droogvallende oevers, pioniersituaties van matig voedselarme en vochtige gronden, kalkmoerassen, akkers op kalkrijke grond en droge kalkgraslanden. Vooral de plantesoorten die leven op open plekken in bossen en in boszomen hebben de laatste twee eeuwen door grote veranderingen in het bosbeheer zware klappen gekregen[1].

Figuur 2: Bedreigingstoestand van de wilde flora in Vlaanderen.



Bron: naar Cosijns E. et al., 1994[4].

Lagere planten

Mossen. De mosflora van België telt ongeveer 600 soorten, waarvan zowat 120 soorten in mindere of meerdere mate bedreigd zijn. Een inventarisatielijst van de Vlaamse mosflora bestaat vooralsnog niet. Regelmatig worden er nieuwe soorten voor Vlaanderen of België ontdekt. Het floristisch onderzoek is hier nog in volle ontwikkeling.

Korstmossen. Voor de epifytische (i.e. op bomen groeiende) korstmossen ontbreken

overzichtsgegevens voor Vlaanderen. De hoeveelheid historische gegevens is ook zeer beperkt. Voor drie deelgebieden van Vlaanderen zijn zowel oudere (1960-63) als recentere gegevens (1985-87) beschikbaar. In Midden-Limburg en de Denderstreek werd over die periode een spectaculaire achteruitgang vastgesteld van het aantal soorten (van 68 naar 40 resp. van 65 naar 48). In de Gentse kanaalzone bleef het aantal soorten gelijk (30). Wel zijn vooral de zeldzame soorten nog zeldzamer geworden in de afgelopen 30 jaar. In Vlaanderen zijn waarschijnlijk 27 soorten bedreigd. De achteruitgang van epifytische korstmossen wordt niet alleen door de milieuvervuiling (in het bijzonder zwaveldioxyde-, stikstofoxyden- en ammoniakvervuiling) veroorzaakt, maar ook door het beperkt aanbod aan oude bomen. De relatieve armoede aan epifyten in Vlaanderen is te wijten aan de relatief lage neerslag (700 mm/jaar is de minimum hoeveelheid voor epifyten)[1].

Ongewervelde fauna

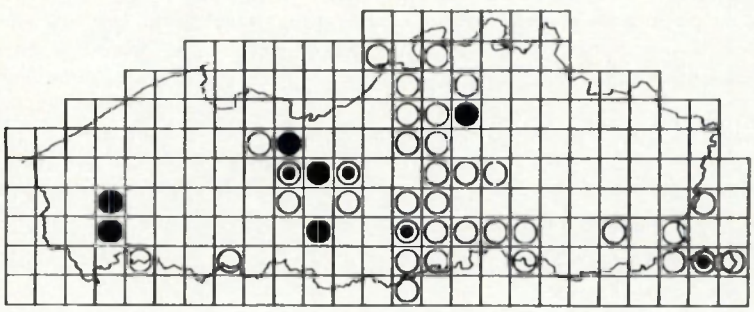
Zoals dit ook mondiaal het geval is, vertoont de ongewervelde fauna in Vlaanderen een ongeëvenaard hoge biodiversiteit: meer dan 20 000 soorten behorende tot een 70-tal groepen (stammen, klassen, ordes) met een fundamenteel verschillend bouwplan bevolken alle mogelijke habitaten en microhabitaten (zee, brakwater, zoetwater en land). Dit grote aantal maakt dat de situatie van deze organismen slechts fragmentarisch gekend is. Bovendien is slechts een relatief gering aantal mensen professioneel met dit soort onderzoek bezig en gebeurde dit lange tijd uitsluitend in een Belgische context. Over enkele groepen van soorten zijn tamelijk veel gegevens beschikbaar. De studies met betrekking tot deze groepen geven een aantal tendensen aan.

Loopkevers. Uit een vergelijking (vóór en na 1950) van de loopkeverfauna van de Benelux en Denemarken blijkt dat deze diergroep dramatisch in aantal is teruggelopen. In deze landen zijn zo'n 40 % van de soorten die vroeger algemeen tot redelijk frequent voorkwamen, sterk afgenomen. Sommige soorten zijn bijna volledig uit West-Europa verdwenen. Het gaat hier vooral om soorten die leven in open droge ecosystemen: duinen, heide, heischrale graslanden en kalkgraslanden. Het verdwijnen van die ecosystemen is de voornaamste oorzaak van de achteruitgang van deze kevers. Deze ecosystemen kunnen onder andere verdwijnen als ze niet goed worden beheerd. Voor enkele grotere soorten met een gering verspreidingsvermogen heeft ook de sterk toegenomen versnippering van hun habitaten en de enorme verslechtering van de algemene milieukwaliteit (o.a. het overmatig gebruik en het niet-selectief zijn van insekticiden) een nefaste rol gespeeld. Een analyse van de verspreiding van de loopkeversoorten die in het Vlaamse gewest wettelijk beschermd zijn, bevestigde deze drastische achteruitgang en de oorzaken ervoor[4]. Een wettelijk bescherming zonder meer is dus geen garantie voor het voortbestaan van soorten. Figuur 3 toont de verspreiding van een loopkeversoort (*Carabus coriaceus*) in Vlaanderen vóór en na 1950. Deze soort is de laatste tientallen jaren tamelijk zeldzaam geworden. Ze is niet echt bedreigd, maar wel kwetsbaar.

Wantsen. Uit een gebiedsdekkende inventarisatie van de water- en oppervlaktewantsen van Vlaanderen blijkt dat de soorten die leven in de middenlopen van beek- en riviersystemen zeer zeldzaam geworden zijn. Soorten die in zuiver stilstaand water leven, komen alleen voor in de Kempen. In Oost- en West-Vlaanderen is de aanwezigheid van een aantal soorten afhankelijk van de aanwezigheid van veedrinkputten.

Spinnen. De zeldzame en bedreigde soorten wolfspinnen zijn gebonden aan de volgende habitaten: duintoppen, natte duinpannen, schorren, open heide, moerasgebieden, open plaatsen in bossen, boszomen, hoogveen en rivieroevers. Toch blijken een aantal zeldzamere spinnesoorten zelfs te kunnen overleven in kleine stukjes restnatuur van het Vlaamse cultuurlandschap. Deze stukjes restnatuur vervullen tevens een overbruggingsfunctie voor de verspreiding van sommige soorten.

Figuur 3: Verspreiding van de loopkeversoort Carabus coriaceus in Vlaanderen. Witte cirkels stellen de aanwezigheid vóór 1950 voor; zwarte cirkels gelden voor waarnemingen na 1950.





Bron: Maelfait et al., 1992[4].

Sprinkhanen. Ongeveer tweederden van de sprinkhaansoorten die in Vlaanderen voorkomen, zijn zeldzaam of sterk bedreigd. Hun habitaten zijn droge zonnige plaatsen, boszomen, natte duinpannen en ruige natte graslanden.

Vlinders. Zowat een derde van de dagvlindersoorten is in de loop van deze eeuw volledig of bijna volledig verdwenen in België. Een aantal soorten werd teruggedrongen tot bezuiden de lijn Samber en Maas. Deze graad van bedreiging werd onlangs bevestigd voor Vlaanderen: 34 van de 87 soorten worden als uitgestorven of vermoedelijk uitgestorven opgegeven[5].

Uit deze en andere studies zijn de voornaamste oorzaken van de achteruitgang van de ongewervelden in Vlaanderen af te leiden: vervuiling van beken en rivieren, demping en vervuiling van stilstaande waters, vernietiging van open droge terreinen (bebouwen, beplanten met naaldhout, omzetten tot weiland en laten dichtgroeien), beïnvloeding van moerasgebieden en natte hooilanden (drainage en bemesting), verdroging van duinpannen en natte heide (door waterwinning).

Gewervelde fauna

Er zijn relatief veel gegevens over de situatie van de gewervelde fauna in Vlaanderen.

Rondbekken. In Vlaanderen komen twee soorten rondbekken voor. De rivierprik werd in 1980 beschreven als 'in gevaar' en de beekprik als 'kwetsbaar'[6].

Vissen. Tijdens de periode 1983-87 werden in de Vlaamse rivieren en beken 42 soorten zoetwatervissen geïnventariseerd. Momenteel zijn slechts een tiental inheemse vissoorten niet direct bedreigd[6]. De toestand van de vissen van de brakwaterzone (Belgische Schelde) en de Noordzee is minder goed bekend. In totaal zouden minimaal er een 90-tal soorten voorkomen, waaronder ook migrerende zoetwatervissen.

Amfibieën. Anno 1994 komen in Vlaanderen 13 soorten amfibieën voor (ongepubliceerde gegevens, Instituut voor Natuurbehoud). Waarschijnlijk is de geelbuikvuurpad uitgestorven. Van de zeven zeldzame soorten zijn er de laatste 15 jaar drie met zekerheid afgenomen, namelijk de kamsalamander, de knoflookpad en de boomkikker. Deze laatste komt enkel nog zeer plaatselijk in de provincies Limburg en West-Vlaanderen voor en dreigt uit Vlaanderen te verdwijnen. Amfibieën stellen specifieke eisen aan hun habitat; het verdwijnen van vennen, poelen, hagen en houtwallen werkt hun achteruitgang dan ook steeds sterker in de hand[7]. Alle soorten zijn wettelijk beschermd.

Reptielen. In 1994 zijn er nog 5 soorten reptielen in Vlaanderen (ongepubliceerde gegevens, Instituut voor Natuurbehoud). Van de ringslang komt alleen een geïntroduceerde populatie voor. De levendbarende hagedis is vrij algemeen. De hazelworm en de gladde slang zijn vrij zeldzaam en de adder is uiterst zeldzaam. Het verdwijnen en versnipperen van heideachtige terreinen is de (voornaamste) oorzaak van hun achteruitgang[7]. Alle soorten zijn wettelijk beschermd.

Vogels. Tussen 1900 en 1987 verdwenen in Vlaanderen tien soorten als broedvogel[8]. In de periode 1985-88 bezat Vlaanderen 167 broedvogelsoorten[9], terwijl tijdens de periode 1989-91 nog slechts 158 soorten waargenomen werden[10]. Of de sterke daling tussen 1988 en 1991 te wijten is aan toevalsfactoren of aan andere factoren is niet duidelijk. Een aantal soorten heeft momenteel het zeer kritische niveau van minder dan tien paren bereikt. Het betreft soorten van moerasachtige gebieden (o.a. roerdomp, rietzanger, porseleinhoen) en van het oude (kleinschalige) cultuurlandschap (o.a. ortolaan, grauwe klauwier). Hun achteruitgang is grotendeels te wijten aan habitatversnippering of -vernietiging. De provincie Limburg vormt (meestal) het laatste toevluchtsoord voor deze soorten. Volgens een enquête van Natuurreservaten v.z.w. zijn in de Vlaamse Vogelrichtlijngebieden sinds 1979 vijf soorten broedvogels verdwenen (zwarte stern, kemphaan, duinpieper, goudplevier, purperreiger) en negen soorten in een versneld tempo achteruit gegaan, waarvoor in 1993 een zeer kritisch niveau van minder dan vijftien broedparen is bereikt. Tot deze laatste groep behoren onder meer de korhoen, de velduil, de porseleinhoen en het woudaapje. Er zijn ook soorten die het opvallend goed doen. Soorten als de kramsvogel, de buidelmees, de Turkse tortel, de krakeend, de kuifeend en de visdief vestigden zich blijvend deze eeuw; de fuut breidde sterk uit; de blauwe reiger en diverse roofvogels herstelden zich spectaculair.

Zoogdieren. De meeste soorten zoogdieren die in Vlaanderen voorkomen zijn tamelijk tot zeer zeldzaam. De insekteneters worden vertegenwoordigd door acht soorten, waarvan de waterspitsmuis het meest bedreigd is, vanwege de vervuiling van de water-ecosystemen. Vermoedelijk komen er in Vlaanderen momenteel een vijftiental soorten vleermuizen voor, waaronder enkele in zeer kleine aantallen. In Vlaanderen zijn er nog achttien soorten knaagdieren, waarvan enkele oorspronkelijk niet tot onze inheemse fauna behoren. De hazelmuis is extreem zeldzaam, en de relmuis is wellicht uitgestorven. De hamsterpopulatie is sinds de tweede helft van de twintigste eeuw sterk achteruit gegaan. Het everzwijn vertoont zich slechts af en toe als dwaalgast in de Voerstreek, terwijl de ree plaatselijk talrijker voorkomt. Aan de Belgische kust worden slechts bij uitzondering vondsten van walvissen gemeld. De bruinvis en de tuimelaar werden vaker waargenomen, en zouden tot onze inlandse fauna gerekend kunnen worden. De gewone zeehond behoort tot onze inlandse fauna als sterk bedreigde diersoort. De grijze zeehond kan beschouwd worden als een zeer zeldzame dwaalgast. Tot de roofdieren kan men momenteel in Vlaanderen zeven inheemse soorten rekenen. De otter is waarschijnlijk verdwenen. De boommarter en de das zijn sterk bedreigd. Ook de steenmarter is sterk bedreigd, al breidt deze soort zich plaatselijk uit (Maasvallei). Via onderhoudsovereenkomsten tracht men de das te beschermen.

2.3 | Ecosysteemdiversiteit

Habitat-richtlijn

De verscheidenheid aan ecosystemen is minder gemakkelijk eenduidig te omschrijven dan de rijkdom aan soorten. De Annex I van de Habitat-richtlijn (92/43/EEG) beschrijft 168 halfnatuurlijke en natuurlijke habitaten die van communautair belang zijn voor de EU. Hiervan komen er binnen Vlaanderen 47 voor, waarvan er tien bovendien prioritair beschermd dienen te worden, namelijk: vastgelegde duinen met

kruidvegetatie, eu-atlantische vastgelegde ontkalkte duinen, droge heide, kalkminnend grasland in karstgebieden, kalkminnend grasland op dorre zandbodem, actief hoogveen, kalkhoudende moerassen met *Claudium mariscum* en *Carex devalliana*, kalktufbronnen met tufsteenformatie, veenbossen en overblijvende of relictbossen op alluviale grond[11]. Vlaanderen bezit dus relatief veel belangrijke habitaten. Dit is te danken aan de biogeografische ligging van België en de gevarieerde kustvegetaties.

Heide

De heide is het enige ecosysteem in Vlaanderen waarvan de achteruitgang goed gedocumenteerd is[12]. In 1846 bedroeg de oppervlakte aan heide in de Kempen 1 225 km², in 1895 bleef hiervan nog 60 % over en aan de vooravond van de Eerste Wereldoorlog nog slechts 470 km².

Bodemgebruik

Een vergelijking van het bodemgebruik in België tussen 1834 en 1980, uitgevoerd door het Nationaal Instituut voor de Statistiek[13], geeft globale informatie over de evolutie van de natuur in Vlaanderen. In 1834 was 163 359 ha (12,1 %) van de totale oppervlakte van het Vlaams Gewest 'woeste gronden' en heiden, terwijl daar in 1980 nog 52 151 ha (3,9 %) van overbleef. De bosoppervlakte daalde over dezelfde periode minder spectaculair: van 142 490 ha (10,6 %) naar 111 592 ha (8,3 %). Deze globale cijfers zeggen echter niets over de ecologische waarde van de bosbestanden (cf. populieren- en dennenaanplanten gedurende die periode).

2.4 | Milieukwaliteitsdoelstellingen

Ecologische kwaliteitsdoelstellingen

Een modern natuurbehoud beoogt het duurzaam instandhouden, herstellen en ontwikkelen van natuurwaarden en ecosystemen. Een duurzame instandhouding betekent het verzekeren van de milieuomstandigheden die een normaal functioneren van de betreffende ecosystemen garanderen. Zo worden de centrale doelstellingen van het integraal waterbeheer als volgt geformuleerd:

- duurzaam gebruik van oppervlakte- en grondwater;
- het beschermen en herstellen van de waterkwaliteit en -kwantiteit van watersystemen, dit tot aan het voor de natuurwaarden aangepast niveau;
- het bewaken en het bevorderen van de beschikbaarheid en bruikbaarheid van water voor de verschillende functies die toegekend zijn met een bijzondere aandacht voor het natuurbehoud;
- het bereiken van duurzame natuur in en rond alle belangrijke en kwetsbare delen van waterlopen.

Natuurgerichte doelstellingen zijn geformuleerd in termen van te beschermen ecosystemen, processen en soorten. Voor de omschrijving van de 'gewenste situatie' wordt gebruik gemaakt van *referentiebeelden*. Belangrijke referentiebeelden zijn vergelijkbare, relatief ongestoorde ecosystemen elders in Vlaanderen of in het buitenland, historische kaarten (historische ecologie) en oude floristische of faunistische gegevens.

De bepaling van de gewenste milieukwaliteit gebeurt meestal via immissienormen. De *minimale ecologische kwaliteit* of *ecologische basiskwaliteit* moet garanderen dat minder gevoelige organismen kunnen overleven en zich voortplanten en dat gevoelige organismen tijdelijk kunnen overleven en/of migreren. Deze minimale ecologische kwaliteit moet overal gelden, maar voldoet niet voor vele soorten die gebonden zijn aan bepaalde gebieden en specifieke milieuomstandigheden. Om ook de zeldzame en/of gevoelige organismen te behouden, moet voor bepaalde gebieden een hogere milieukwaliteit nagestreefd worden (gebiedsgerichte benadering). De *ecologische kwaliteit*

heeft betrekking op fysische, chemische, morfologische en hydrologische karakteristieken. Ecologische kwaliteiten of normen worden veelal aangegeven op het niveau van de doelstellingen. Een ecologische kwaliteitsdoelstelling is een samenhangend geheel van normen over de ecologische toestand en de natuurlijke werking van een bepaald ecosysteem. Bij het formuleren van ecologische kwaliteitsdoelstellingen zijn zowel chemische en fysische als biologische karakteristieken betrokken. Chemische karakteristieken hebben betrekking op immissienormen (depositienormen of stofnormen). Fysische karakteristieken hebben betrekking op eisen die organismen stellen ten aanzien van hun fysisch milieu (bv. oeverstructuur voor rivierecosystemen, bodemsamenstelling en -structuur, topografie). Biologische karakteristieken hebben betrekking op richtorganismen: welke soorten moeten, op basis van referentiebeelden, in het gebied duurzaam aanwezig kunnen zijn en voortbestaan?

Waarderingscriteria

De thans meest gebruikte waarderingscriteria voor natuurgebieden zijn *zeldzaamheid, natuurlijkheid* en *potenties voor de toekomst.*

Zeldzaamheid steunt op de stelling dat het behoud van zeldzame soorten en/of ecosystemen in het Vlaamse Gewest een belangrijke bijdrage inhoudt tot de regionale, maar ook tot de mondiale diversiteit. Vooral endemische soorten of soorten die ook elders in West-Europa zeldzaam zijn (eventueel geïsoleerde relictpopulaties), zijn vanuit het standpunt van de biodiversiteit zeer waardevol.

Naargelang de mate van het menselijk ingrijpen wordt onderscheid gemaakt tussen natuurlijke, nagenoeg-natuurlijke, halfnatuurlijke en cultuurlijke landschappen of ecosystemen[14]. *Natuurlijke ecosystemen* zijn in Vlaanderen, zoals in bijna heel West-Europa, verdwenen. *Nagenoeg-natuurlijke ecosystemen* zoals niet-beheerde verlandingsgemeenschappen van kreken of voedselrijke plassen, duinstruwelen, enkele restanten hoogveen, zilte slikken en schorren en getijdenmilieus langs brakke of zoete rivieren zijn hier en daar nog aanwezig. De meeste 'natuur'gebieden in Vlaanderen zijn *halfnatuurlijk*. De menselijke invloed vormt een wezenlijk onderdeel in het functioneren van dit soort ecosystemen. Hooilanden, kalkgraslanden, rietlanden, heidegebieden en hakhout- en oude middelhoutbossen zijn typische, vaak soortenrijke, voorbeelden. Door plaggen, maaien, beweiden en kappen wordt verhinderd dat de systemen tot de natuurlijke climaxvegetatie (rijpingsstadium), meestal bos, ontwikkelen. *Cultuurlandschappen* hebben ook vaak een belangrijke biologische waarde. Een aantal diersoorten, zoals weidevogels, gebruiken extensief beheerde cultuursystemen om voedsel te zoeken of te broeden. Verder bevatten cultuurlandschappen vaak lijn- en puntvormige elementen die ecologisch waardevol zijn: bomenrijen en houtkanten, hagen en windsingels, dijken, taluds en bermen, sloten, greppels en drinkpoelen doen dienst als habitat of als toevluchtsoord voor tal van organismen. In de context van (regionale) biodiversiteit zijn deze elementen waardevol. Zij verbinden natuurgebieden zodat planten en dieren zich kunnen verspreiden.

Potenties voor de toekomst geven de mogelijkheid aan dat een gebied op natuurlijke wijze naar een normaal functionerend ecosysteem evolueert (bv. een meanderende, doch sterk verontreinigde rivier is potentieel zeer waardevol). Hierbij wordt duidelijk naar de duurzaamheid van het volledige ecosysteem gerefereerd.

Naast de meer ecologische waarderingscriteria (zeldzaamheid, natuurlijkheid, potenties) kunnen ook *cultuur-historische criteria* gehanteerd worden om natuur te evalueren. Zo zijn tal van ecosystemen ontstaan als gevolg van menselijke activiteiten die lange tijd typerend zijn geweest voor een bepaald gebied. Voorbeelden hiervan zijn de heide in de Kempen en de grienden (hakhout voornamelijk bestaande uit wilgen) langs de Schelde. Verder hadden een hele reeks van bewust aangelegde lijn- en puntvormige landschapselementen in het verleden een economische of andere functie,

waardoor ze momenteel naast een biologische ook een historisch-geografische betekenis hebben (bv. dijken in de polders, veedrinkpoelen, houtkanten, enz.).

Indicatorsoorten - Rode Lijsten

De kwaliteit van ecosystemen kan ingeschat worden aan de hand van de aan- of afwezigheid en de aantallen van *indicatorsoorten*. Dit zijn soorten die aan welbepaalde habitaten, gemeenschappen of combinaties van omgevingsomstandigheden gebonden zijn. Zo bestaan er soorten die alleen maar kunnen leven in onvervuilde waterlopen, nutriëntrijke plassen, oude bossen, niet verzuurde voedselarme vennen, kwelzones met of zonder kalkaanrijking of intacte schraalgraslanden.

In hoeverre biodiversiteit bruikbaar is als kwaliteitsnorm voor het natuurbehoud is niet geheel duidelijk. Het is immers niet de bedoeling voor elk stukje natuur in Vlaanderen een zo hoog mogelijke diversiteit na te streven. Eerder dient men - op grote schaal (regio, district, gewest, ...) - een karakteristieke *ecosysteemdiversiteit* na te streven. Binnen elk ecosysteem moet dan de ecosysteemeigen *soortendiversiteit* nagestreefd worden.

Een middel om biodiversiteit explicieter aan bod te laten komen als waarderingscriterium voor natuur is het gebruik van *Rode Lijsten* van bedreigde soorten. Het opstellen van dergelijke lijsten vraagt een goed gecoördineerde samenwerking van specialisten. Het inschakelen van specialisten is trouwens ook de benaderingde die de Raad van Europa (Conventie van Bern), de EU (Habitat-, fauna- en florarichtlijn) en de ons omringende landen volgen. Belangrijk daarbij is dat er in de lijsten uitsluitend soorten worden opgenomen die bedreigd zijn en indicatief zijn voor bijzondere en bedreigde ecosystemen. Soorten die een grote esthetische waarde genieten, maar niet echt bedreigd zijn, horen in de Rode Lijsten niet thuis. De oorsprong voor het opstellen van Rode Lijsten zijn de 'Threat categories' van de 'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources' (IUCN). In principe is er onderscheid gemaakt tussen 'met uitsterven bedreigd', 'bedreigd' en 'zeldzaam'. Op basis van de mate van achteruitgang en zeldzaamheid zijn de soorten in die categorieën ondergebracht. De lijsten maken het mogelijk op een objectievere manier gebieden te selecteren die van bijzonder belang zijn voor de instandhouding van de biodiversiteit en die dus in aanmerking komen voor een bijzondere bescherming en/of gebiedsgerichte aanpak. Zo zijn ongewervelden, door hun enorme soortenrijkdom en hun relatief slecht bestudeerde ecologie, tot nog toe stiefmoederlijk behandeld. Het effectief gebruik van Rode Lijsten kan ook de beter bekende groepen beschermen. Door de habitaten van die groepen te beschermen, kan men uiteindelijk het behoud van de gehele biodiversiteit aan ongewervelden garanderen. Het Verenigd Koninkrijk past deze werkwijze met succes toe en ook Nederland overweegt dit systeem over te nemen. De lijsten kunnen tevens gebruikt worden om de resultaten van natuurbeheersmaatregelen en natuurontwikkelingsexperimenten op de fauna en de flora beter te evalueren (monitoring). Rode-Lijstsoorten kunnen op deze manier gebruikt worden als richtsoorten voor ecologische kwaliteitsdoelstellingen.

3 | Bronnen en oorzaken

3.1 | Verontreiniging

Verontreinigende stoffen kunnen vanuit de verschillende milieu-compartimenten in organismen terechtkomen. Sommige chemische verbindingen worden gemakkelijk in plantaardig en dierlijk weefsel opgeslagen. Hierdoor kan het organisme per gewichtseenheid een (veel) grotere hoeveelheid van een stof bevatten dan het water of de bodem waarin het zich bevindt (i.e. bio-accumulatie). Een verdere concentra-

tieverhoging kan plaatsvinden als organismen door (andere) dieren worden opgegeten (i.e. bioconcentrering).

Effecten van verontreiniging kunnen op verschillende niveaus van biologische organisatie optreden, te beginnen bij de cel en eindigend bij de biosfeer. De gevolgen voor de biodiversiteit zijn afhankelijk van de aard en de omvang van de verontreiniging, de wisselwerkingen tussen verschillende soorten van verontreiniging (al dan niet verhoogde werking door combinatie), de aard van het abiotisch milieu (het bufferend vermogen is hierbij van belang) en de gevoeligheid van de betreffende plante- en diersoorten. Organismen reageren op verontreinigende stoffen door een verminderde groei, een verlaagde vruchtbaarheid, een verhoogde sterftekans, enzovoort. Zo zal bij regenwormen de sterfte toenemen en de groei, het aantal nakomelingen en de voedselconsumptie afnemen naarmate er meer koper (in de vorm van $CuCl_2$) in de bodem zit. Bovendien zijn deze effecten sterker in humeus zand dan in zavel. Verontreinigingen komen aan bod in III.4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen, III.5 Afvalstoffen, III.6 Waterverontreiniging en III.7 Bodemverontreiniging en -aantasting.

3.2 | Vermesting

Vermesting treedt op wanneer er zoveel nutriënten in het milieu terechtkomen dat ecologische processen en kringlopen ontregeld raken. Vermesting is de verstoring door emissie van minerale voedingsstoffen (stikstof, fosfor en in mindere mate ook kalium) en eventueel daarin aanwezige elementen (bijvoorbeeld zware metalen) onder andere vanuit agrarische naar niet-agrarische systemen. Vermesting bevordert de toename van meer algemene soorten ten koste van zeldzamere soorten: vermesting veroorzaakt dus een nivellering, waarbij de biodiversiteit afneemt. De gevolgen voor ecosystemen worden gedetailleerd beschreven in III.3 Vermesting.

In landecosystemen zijn vele effecten van een toevoeging van voedingsstoffen waargenomen. Het onderscheid tussen directe en indirecte effecten is daarbij moeilijk te maken. In een experimentele bemestingssituatie van grasland daalde het aantal plantesoorten met 58 %, maar nam de bovengrondse produktie sterk toe. Deze veranderingen in de vegetatie hadden een verandering van de insektenfauna tot gevolg. Ook bij de bodemorganismen deden zich veranderingen in de soortensamenstelling voor.

Een belangrijk gevolg van vermesting binnen water-ecosystemen is de sterke algenbloei en de toename van plantaardig plankton. Dit kan een groot aantal directe en indirecte gevolgen hebben. De verhoogde bacteriële werking en het zuurstofverbruik van de algen ('s nachts) verminderen de zuurstofconcentratie waardoor een groot aantal vissen kan sterven. Ook een aantal plantesoorten, zoals kranswieren, kunnen verdwijnen[14].

3.3 | Verzuring

Verzuring is het proces waarbij zuurvormende stoffen afkomstig uit landbouw, industrie en verkeer een invloed uitoefenen op ecosystemen. De uitwerking van deze stoffen op planten en dieren kan direct zijn of indirect via wijzigingen in bodem, grond- en oppervlaktewater. De teruggang van de korstmosbegroeiing van bomen is een typisch gevolg van verzuring. In een aantal vennen is een verschuiving aangetoond van de kiezelwierensamenstelling naar de meer zuurminnende soorten. Andere gevolgen zijn de verlaging van de visstanden en de verarming van het plantaardig en dierlijk plankton in Zweedse en Noorse meren. De vegetatie en de insekten- en bodemfauna bleken na een experimentele verzuring van een natuurlijk grasland te zijn veranderd[14]. Vooral de voedselarme, weinig gebufferde ecosystemen hebben sterk onder verzuring te lijden. Zo is de floristische achteruitgang van zacht-watersystemen (oeverkruid en waterlobelia waren aspectbepalend), zoals onder andere ven-

nen, grotendeels te wijten aan verzuring. De gevolgen voor ecosystemen worden besproken in III.2A Verzuring.

3.4 | Verdroging

Verdroging is een verzamelterm voor de directe en indirecte effecten die optreden als gevolg van een door de mens veroorzaakte daling van de grondwaterstand. De grondwaterstand is één van de bepalende karakteristieken van ecosystemen. Bij verlaging van de grondwaterstand vindt een groot aantal veranderingen plaats in het abiotische milieu, die gevolgen hebben voor de soortensamenstelling van het ecosysteem. Zo bleek uit een vergelijking tussen een ontwaterd en een niet ontwaterd hooiland dat het aantal plantesoorten in het ontwaterd perceel met een derde was afgenomen. Meer algemene soorten, zoals vogelmuur, akkerdistel en grote brandnetel namen in aantal toe, terwijl soorten die kenmerkend zijn voor vochtige graslanden, zoals dotterbloem, holpijp en Noordse zegge, sterk in aantal afnamen[14].

Wanneer de verdroging tot gevolg heeft dat waterige milieus tijdelijk of permanent droogvallen, zullen een groot aantal diersoorten (amfibieën, vissen, invertebraten, sommige vogelsoorten) plaatselijk verdwijnen. Andere soorten (zoals sommige broedvogels) zijn minder gebonden aan een hoge waterstand, maar verdwijnen doordat de vegetatie zodanig verandert dat deze niet meer voldoet aan hun habitateisen. Verdroging en de gevolgen ervan worden besproken in III.11 Verdroging.

3.5 | Versnippering van de Open Ruimte

Versnippering van de Open Ruimte en de gevolgen voor de verschillende niveaus van biodiversiteit worden in detail besproken in III.12 Versnippering van de Open Ruimte. Versnippering heeft tot gevolg dat de mogelijkheden tot migratie en verspreiding van organismen beperkt worden en dat populaties verkleinen. De verspreidings- en migratiemethoden en de ecologische infrastructuur die daarvoor noodzakelijk is, verschilt van soort tot soort en voor de meeste soorten zijn ze niet of slecht bekend. De grootste gevolgen zijn te verwachten bij soorten van stabiele milieutypen, zoals bos, heide en hoogveen, omdat deze in het algemeen de grootste plaatstrouw vertonen. De mate waarin een autoweg, kanaal of industriezone een hindernis vormen voor de verspreiding van organismen is erg verschillend. Voor sommige loopkeversoorten zijn afstanden van enkele tientallen meters al onoverbrugbaar, terwijl bepaalde vogelsoorten en zaden van sommige plantesoorten vele kilometers ongeschikt gebied kunnen overbruggen. Migratie is belangrijk voor het herkoloniseren van verlaten, geschikte gebieden en voor de genetische uitwisseling tussen populaties.

3.6 | Verandering van klimaat: broeikaseffect

Klimaatfactoren, zoals temperatuur en neerslag, bepalen in belangrijke mate de aanwezigheid van plante- en diersoorten, maar het gevolg van een verandering van deze factoren hangt sterk af van de snelheid waarmee dit zal gebeuren en van de grootte van de verandering. Wanneer de klimaatverandering te snel intreedt en soorten zich niet tijdig kunnen aanpassen aan de nieuwe situatie, dan zal het voortbestaan van deze soorten vooral afhangen van de migratiemogelijkheden. De gevolgen voor de biodiversiteit zijn moeilijk te voorspellen. Mogelijk heeft een verandering van het klimaat tot gevolg dat meer gespecialiseerde (zeldzame) soorten uitsterven en vervangen worden door minder gespecialiseerde (algemene) soorten. Klimaatverandering komt uitgebreid aan bod in III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect.

3.7 | Hinder

Hinder is het geheel van 'welzijnsverlagende' verschijnselen die geen directe schade veroorzaken, zoals geluidshinder, geurhinder, visuele hinder, enz.. Intensiteit, duur en reikwijdte zijn variabel. Voor een aantal vogelsoorten werden de gevolgen van hinder op het gedrag, het broedsucces en de dichtheid gekwantificeerd. De broeddichtheden van de graspieper en de veldleeuwerik zijn binnen 40 meter van een wandelpad lager dan buiten die grens. Bij dit onderzoek was er verder een sterke aanwijzing dat de wulp en de tapuit hun territoria onder invloed van recreatie voortijdig verlaten. In de Kempen en Lotharingen zijn terreinen bekend waar de zandhagedis is verdwenen na confrontatie met drukke recreatie. Geluidshinder en geurhinder worden in III.8 Hinder: lawaai en trillingen, respectievelijk III.9 Hinder: stank besproken.

3.8 | Overmatig bejagen, verzamelen

Jagen en verzamelen gebeurt vooral voor commerciële, recreatieve en wetenschappelijke doeleinden. Dat van een populatie te 'oogsten' valt, hangt samen met een geboorte-overschot dat in een gezonde populatie altijd aanwezig is en waardoor populaties over een groeivermogen beschikken. Jagen en verzamelen leiden slechts tot het verdwijnen van populaties wanneer dit zeer intensief gebeurt (de maximale intensiteit is vooral afhankelijk van het voortplantingsvermogen van de soort) of wanneer de betreffende populaties reeds sterk uitgedund werden door andere verstoringsprocessen (zoals het vernietigen van geschikte habitaten).

Op wereldschaal is de jacht een belangrijke oorzaak van de achteruitgang van bedreigde diersoorten. Heden ten dage is de jacht in Vlaanderen streng gereglementeerd en worden geen soorten direct bedreigd door de jacht. Ondanks hun beschermd statuut worden echter zowel dag- als nachtroofvogels, zoals de buizerd, de torenvalk, de sperwer, de havik en de ransuil, afgeschoten. In het verleden zijn een aantal soorten zo intensief bejaagd dat ze in onze streken uitgestorven zijn. Begin negentiende eeuw werden de laatste wolven gedood. De bruine beer, de wilde kat en de raaf zijn eveneens uitgeroeid. Soorten als vos, das, otter, bunzing en andere marterachtigen werden eveneens bejaagd met de bedoeling ze uit te roeien. De - al dan niet terechte - angst voor sommige diersoorten is ook recenter aanleiding (geweest) voor plaatselijke uitroeiingen. Sommige adderpopulaties zijn in het verleden systematisch uitgeroeid door bosarbeiders en boeren. Ook nu nog vallen de adder, de ringslang, de gladde slang en de hazelworm ten offer aan bosarbeiders en recreanten.

De sterke achteruitgang van een aantal orchideeësoorten in Vlaanderen is grotendeels te wijten aan het uitsteken van deze planten. In verscheidene regio's gingen zo de laatste populaties verloren. Naast het verzamelen voor specifieke privé-verzamelingen (herbaria, e.d.) worden steeds meer plantesoorten uit de natuur geroofd voor de aanleg van tuinen (bv. tuinvijvers). Vooral soorten als de waterviolier, de dotterbloem, de kikkerbeet en het waterdrieblad hebben hieronder te lijden. Een andere groep van organismen die erg in trek zijn bij verzamelaars is die van de dagvlinders. De populaties van een aantal zeldzame dagvlinders worden hierdoor gevaarlijk verkleind. Verschillende populaties van de levendbarende hagedis zijn al verdwenen door het wegvangen van de dieren. In Nederland vormt het wegvangen een ernstige bedreiging voor de boomkikker. Het (illegaal) wegvangen van bepaalde vogelsoorten blijft een bedreiging. Zo heeft het systematisch wegvangen van de goudvink in de winter en het voorjaar een daling van meer dan 50 % van de populatie in het Stamprooierbroek (Kinrooi) tot gevolg gehad. Wat de visvangst betreft, zijn vooral de moderne, effectieve visserijtechnieken, die onder andere in de Noordzee gebruikt worden, bedreigend voor het voortbestaan van een aantal soorten. Vroeger werd gevist op een manier die geen merkbare invloed had op het ecosysteem. Nu wordt

de visstand bepaald door de visserij. Sommige vissoorten zijn al nagenoeg verdwenen uit de Noordzee, zoals de pieterman. In de Nederlandse kustwateren heeft de schelpdiervisserij (mosselzaad en kokkels) vergaande negatieve gevolgen voor de gevestigde fauna.

3.9 | Introductie vreemde biota

De term *uitzetten* heeft betrekking op het gewild of ongewild in de natuur brengen van planten of dieren. Er is een onderscheid tussen *introductie*, *herintroductie* (of reïntroductie) en *herpopulatie*[15]. Introductie heeft altijd betrekking op niet-inheemse soorten.

Ecologisch betekent *introductie* van een niet-inheemse soort het al dan niet bewust vrijlaten van een levend organisme buiten zijn historisch bekend natuurlijk leefgebied. Hierbij is de uitdrukking 'historisch bekend' niet steeds duidelijk omschreven. Voor planten wordt het jaar 1500 als benaderende grens beschouwd. Voor dieren gaat men dikwijls terug tot vóór de Romeinen. Volgens het Besluit van de Vlaamse Executieve van 21 april 1993 is de introductie in de natuur van niet-inheemse diersoorten verboden. Deze wettekst beschrijft niet-inheemse diersoorten als diersoorten die niet, of sedert minder dan vijftig jaar, in het wild voorkomen in België, met uitzondering van de soorten die de laatste vijftig jaar een natuurlijke areaalsuitbreiding kenden. De introductie van planten is in Vlaanderen nog niet wettelijk gereglementeerd. Aangezien elke soort een eigen plaats heeft in de natuur, veroorzaakt elke introductie, direct en/of indirect, een verstoring van de natuurlijke, inheemse levensgemeenschappen waardoor bepaalde soorten kunnen verdwijnen. Door de complexiteit van ecosystemen is de totale impact van een introductie op de inheemse levensgemeenschap nog zeer moeilijk in te schatten. Mogelijke invloeden zijn predatie en concurrentie, verdringen van inheemse soorten, genetische vervuiling door kruising met verwante soorten en het overbrengen van ziektes en parasieten. Bij een gebrek aan beperkende factoren (zoals planteneters en predatoren) kan een geïntroduceerde soort met een groot aanpassingsvermogen zich sterk uitbreiden en zelfs tot een plaag leiden (bv. muskusrat, Amerikaanse vogelkers). Voorbeelden van geïntroduceerde soorten in Vlaanderen zijn de taxus, de zomerlinde, de bostulp, de goudvis, de zonnebaars, de regenboogforel, de halsbandparkiet en de Koreaanse grondeekhoorn.

Herintroductie is het door de mens bewust uitzetten van soorten of genetische vormen die oorspronkelijk wel in een gebied voorkwamen, maar daar volledig verdwenen zijn. Om fauna- en floravervalsing te vermijden, dienen de geherintroduceerde organismen de verdwenen populatie genetisch zo dicht mogelijk te benaderen. Wanneer zich een nieuw evenwicht heeft ingesteld na de verdwijning van de betreffende soort, veroorzaakt een herintroductie opnieuw een verstoring. Zo treedt bijvoorbeeld competitie op tussen de in Nederland geherintroduceerde bever en de daar inmiddels ingeburgerde (geïntroduceerde) muskusrat. Herintroducties vormen een reëel gevaar voor de inheemse flora en fauna wanneer de geherintroduceerde soorten dragers zijn van parasieten of ziektekiemen. Het moeraskartelblad, de grote ratelaar, de kroeskarper, de kopvoorn, de winde, de bittervoorn, de ooievaar, de aalscholver en de fazant zijn soorten die in Vlaanderen (plaatselijk) met succes werden geherintroduceerd. De pogingen om het korhoen (Vlaanderen, 1986-1988) en het auerhoen (Wallonië, 1904) te herintroduceren, mislukten. Er bestaat geen wetgeving voor herintroducties.

Herpopulatie is het bewust uitzetten van soortgenoten afkomstig uit een ander deel van het natuurlijk verspreidingsgebied, ter versterking van een bestaande populatie. Een van de risico's van herpopulatie is dat de oorspronkelijke individuen, die aangepast zijn aan de heersende milieu-omstandigheden, door kruising met de niet-aangepaste geïntroduceerde individuen nakomelingen krijgen die minder aangepast zijn en daardoor een kleinere kans hebben om te overleven. Ook de overdracht van ziektes

en parasieten vormt een gevaar voor de originele populatie. In Vlaanderen worden herpopulaties vooral uitgevoerd omwille van de hengelsport. Zo worden in kanalen en vijvers regelmatig paling, blankvoorn, ruisvoorn, zeelt, brasem, karper, kroeskarper, baars en snoek uitgezet om de populaties op peil te houden. Er bestaat geen wetgeving voor herpopulaties.

4 | Rol van de doelgroepen

Tal van processen kunnen leiden tot een verlies van biodiversiteit. Deze processen hebben meestal meerdere oorzaken. Daar de meeste processen en hun veroorzakers uitgebreid aan bod komen in andere thema's, beperken we ons hier tot de elders niet behandelde processen, namelijk *overexploitatie* en *introductie*. Deze processen kunnen - vooral plaatselijk - tot een vermindering van biodiversiteit leiden. Andere processen, zoals ruimtebeslag en alle vormen van vervuiling, hebben echter een veel grotere negatieve invloed op biodiversiteit.

4.1 | Als veroorzakers van het verlies van biodiversiteit

Bevolking. Verscheidene bedreigingen vloeien voort uit onwetendheid of gebrek aan verantwoordelijkheid. Slangen (of dieren die op slangen lijken), roofvogels en andere roofdieren worden vaak gedood uit angst of omdat ze, grotendeels onterecht, als schadelijk beschouwd worden. Bepaalde bedreigingen zijn het gevolg van handelingen door specifieke bevolkingsgroepen, die hieronder besproken worden.

Jagers, vissers en verzamelaars. Jagen, vissen en vangen van dieren (voor handel, terraria, privé-verzamelingen, dierentuinen, enz.), verzamelen van paddestoelen en hogere planten (vooral orchideeën) kunnen leiden tot het verkleinen van populaties en eventueel tot het (plaatselijk) verdwijnen van soorten. Over de stroperij in Vlaanderen zijn geen cijfers beschikbaar. Volgens sommige bronnen zou in bepaalde regio's het gestroopte wild het legaal geschoten wild overtreffen. Ten behoeve van de hengelsport en de sportjacht gebeuren op grote schaal herpopulaties.

Kwekers van planten en dieren. Veel introducties zijn het gevolg van ongewilde ontsnappingen uit kwekerijen, privé-tuintjes of dierenhandels. Hierdoor wordt de streekeigen flora en fauna vaak verdrongen. In België zijn introducties van niet-inheemse dieren verboden, tenzij na toestemming door bevoegde natuurbehoudsinstanties.

Natuurbehoudsbeweging. Uit natuurbehoudsoverwegingen worden er nu en dan herintroducties uitgevoerd om verdwenen soorten in een bepaald gebied terug te krijgen. Bij slecht uitgevoerde herintroducties is de kans op mislukking groot. Tevens kunnen ze nadelige gevolgen hebben voor andere planten en dieren.

4.2 | Als aanbieders van oplossingen

Oplossingen vanuit de doelgroepen zonder dat het beleid tussenbeide moet komen, zullen meestal pas mogelijk zijn als een mentaliteitswijziging plaatsvindt. Met het oog op de uitbouw van een zo breed mogelijk maatschappelijk draagvlak van het natuurbehoud, zal meer aandacht moeten gaan naar de verbetering en verbreding van de milieu- en natuureducatie.

Een doelgroepenbeleid heeft het meeste kans op resultaat wanneer er evenwaardige inspanningen van de sectoren gevraagd worden. Slechts als er een kwaliteit of prestatie wordt vereist die verder reikt dan de geldende basiskwaliteit of -prestatie kunnen compensaties voorzien worden. Het gaat hier overigens niet alleen om rechtstreeks betrokkenen (zoals land- en bosbouwers, wildbeheerders, jagers en recreanten), maar

vooral ook om sectoren die belangrijke, negatieve externe effecten uitoefenen op natuur en landschap zoals industrie, KMO's, afvalverwerking, verkeer, planologen, projectontwikkelaars, verkavelaars, overheidsdiensten, openbare instellingen, enzovoort.

Met betrekking tot overexploitatie en introductie kunnen de doelgroepen de volgende oplossingen naar voren brengen:

Jagers, vissers en verzamelaars. Jagers, vissers en verzamelaars zouden zelf oogstbeperkingen bij het gebruik van populaties kunnen instellen, waarbij ze rekening houden met de biologische kenmerken van de soorten en de draagkracht van hun habitat. De voorkeur zou moeten gaan naar de weidelijke jacht en bevissing onder bepaalde randvoorwaarden. Visuitzettingen kunnen enkel nog als een beperkte aanvulling en na degelijk onderzoek van de visbestanden.

Kwekers van planten en dieren. In verband met ongewilde introducties dienen kwekers van uitheemse planten en dieren, vooral wanneer het soorten betreft die kunnen overleven en die zich kunnen voortplanten in ons klimaat, de nodige maatregelen te treffen om ontsnapping of verspreiding vanuit de kweekplaatsen te verhinderen.

Natuurbehoudsbeweging. Een speciale rol is weggelegd voor de natuurbehoudsbeweging. Het verbreden van de maatschappelijke basis voor het natuurbehoud evenals het aankopen en verantwoord beheren van natuurgebieden zijn de belangrijkste aandachtspunten. Bij het uitvoeren van herintroducties moet een grote omzichtigheid aan de dag gelegd worden en dient voor een goede wetenschappelijke begeleiding gezorgd te worden, welke gebaseerd is op de soortkenmerken en de draagkracht van de gebieden.

5 | Maatregelen

Via het opleggen van immissienormen, het aanleggen van een samenhangende verzameling van natuurgebieden en landschapselementen, het behoud van de Open Ruimte, de bevordering van een integraal waterbeheer en de ondersteuning van lokale curatieve maatregelen kan het behoud van biodiversiteit verzekerd worden. Op het vlak van juridische instrumenten betekent dit dat onverwijld werk gemaakt dient te worden van de omzetting van de nieuwe Europese Habitatrichtlijn, de effectieve implementatie van de Vogelrichtlijngebieden en het uitwerken van een nieuw decreet op het natuurbehoud en de natuurontwikkeling waarin het concept van de Groene Hoofdstructuur wordt verankerd.

Elke vorm van behoud van biodiversiteit moet uitgaan van een gedetailleerde, globale *ecotopentypologie*. Deze ecotopentypologie vormt naast een belangrijk beleids- en beheersinstrument ook een ideaal uitgangspunt voor publieksvoorlichting. Bij het opstellen van deze typologie dient voorrang gegeven te worden aan de internationaal als belangrijk erkende habitaten (zie EU-richtlijn 92/43). De typologie is slechts volledig als ze informatie bevat over indicatorsoorten en over tolerantiewaarden voor diverse immissies. Ondersteund door een gebieds- of soortsgericht beleid, dient bepaald te worden aan welke milieufactoren randvoorwaarden gesteld moeten worden.

5.1 | Brongerichte maatregelen

Kwantiteit

Groene Hoofdstructuur[16]**.** De uitwerking van de Groene Hoofdstructuur, een samenhangend geheel van natuurgebieden met een verschillende graad van natuurlijkheid die onderling functioneel en structureel verbonden zijn, kadert in de ontwikkeling

van het Europees Ecologisch Netwerk (EECONET). De Raad van Europa wil met dit samenhangend ecologisch netwerk, waarbij versnippering tegengegaan wordt en habitaten vergroot worden, de effectiviteit van de bescherming van soorten en hun leefgebieden sterk bevorderen (Vijfde Milieu-Actieprogramma). Binnen de Groene Hoofdstructuur wordt onderscheid gemaakt tussen de categorieën Natuurkerngebied, Natuurontwikkelingsgebied, Natuurverbindingsgebied en Natuurbuffergebied. Natuurkerngebieden zijn gebieden met natuur als belangrijkste functie. De voornaamste acties zijn hier het verwerven en beheren van de natuurwaarden. Natuurontwikkelingsgebieden zijn gebieden die mogelijk tot belangrijke natuurgebieden ontwikkeld kunnen worden. Natuurbehoud is hier een nevenfunctie, naast bijvoorbeeld land- en bosbouw. Natuurverbindingsgebieden bevatten landschapselementen die voor de uitwisseling van planten en dieren tussen Natuurkern- en Natuurontwikkelingsgebieden belangrijk zijn, zoals hagen, bosjes, poelen en waterlopen. Natuurbuffergebieden zijn gebieden die Natuurkern- en Natuurontwikkelingsgebieden ondersteunen. Conform het advies van de MiNa-raad moet 50 % van de Natuurkerngebieden, mits concretere uitzuivering, tegen 2005 gerealiseerd worden. De overige 50 % dient kritisch geëvalueerd te worden en eventueel doorgeschoven naar de andere categorieën. Verder is het nodig maximaal een vierde van de Natuurontwikkelingsgebieden af te bakenen en te operationaliseren als concreet Natuurontwikkelingsproject met doorgroei tot Natuurkerngebied; en maximaal een derde als blijvend ontwikkelingsgebied voor natuur, landbouw en bosbouw in nevenschikkend verband.

Ecologische infrastructuur. Naast de realisatie van de Groene Hoofdstructuur is ook het herstel of de uitbreiding van de (landschaps)ecologische infrastructuur voor de verspreiding en overleving van soorten van groot belang. Deze ecologische infrastructuur bestaat uit vlak-, lijn- of puntvormige natuurelementen. Tot de vlakvormige natuurelementen behoren in het bijzonder alle natuur-, bos- en valleigebieden en alle voor het natuurbehoud relevante gebieden die niet zijn opgenomen in de Groene Hoofdstructuur. Tot de lijn- en puntvormige natuurelementen behoren hagen, houtkanten, houtwallen, bomenrijen, holle wegen, hoogstamboomgaarden en veedrinkputten, evenals weg-, waterweg- en spoorwegbermen en taluds en dijken met voor het natuurbehoud relevante flora en fauna.

Integraal waterbeheer. Binnen het kader van de waterbeheersing moet het integraal waterbeheer een vooraanstaande plaats krijgen. Integraal waterbeheer is een visie op waterbeheer, waarbij oppervlaktewater, grondwater, waterbodem, beekstructuur en oevers met de bijhorende levensgemeenschappen als één samenhangend watersysteem beschouwd en beheerd worden. Belangrijke aandachtspunten voor het kwantitatieve aspect van het integraal waterbeheer zijn het opstellen van een beheersplan voor grote rivieren, het natuurvriendelijk oeverbeheer en het formuleren van mogelijke oplossingen voor barrières. Verder zijn het behoud en de creatie van bufferzones in functie van de waterberging en de bescherming van infiltratiegebieden en valleigebieden (afremmen bebouwing) aan de orde. Het kwalitatief en kwantitatief instandhouden van natuurwaarden houdt bovendien in dat waterwinningen in droogtegevoelige natuurgebieden of hun beïnvloedingsgebieden in geen geval mogen plaatsvinden. Het is daarom noodzakelijk infiltratiegebieden aan te duiden, de MER-plicht tot alle waterwinningen uit te breiden (ook voor particulieren), en tot een rationeel watergebruik aan te sporen. Om versnippering en verstoring te stabiliseren of in te perken, zal het infrastructuurbeleid erop gericht moeten zijn het bestaande infrastructuurnet optimaal te benutten, zodat geen nieuwe doorsnijdingen meer plaatsvinden.

Kwaliteit

Gebiedsgericht. De nodige aandacht zal moeten gaan naar een gebiedsgericht beleid. Voor ecologisch gevoelige gebieden dient een hogere ecologische kwaliteit nage-

streefd te worden. Ondermeer voor de verschillende gebiedscategorieën van de Groene Hoofdstructuur, de Vogelrichtlijngebieden en de habitaten van de Habitatrichtlijn moet een natuurgerichte (of ecologische) normstelling uitgewerkt worden. Alle verstoringsprocessen moeten uit deze gebieden gemeden worden. Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen vervult hier een cruciale rol.
Eén van de kwaliteitsdoelstellingen in het kader van het integraal waterbeheer is het bereiken van de ecologische basiskwaliteit of 'minimale' ecologische kwaliteit in *alle* waterlopen. Dit impliceert de realisatie van een goede fysisch-chemische waterkwaliteit en van een minimale fysische structuur (geen barrières, grote habitatdiversiteit, enz.). Voor het behoud van zeldzame organismen, zeldzame levensgemeenschappen of zeldzame ecosystemen dient in een aantal waterlopen een ecologische kwaliteit nagestreefd te worden.
Voor het beoordelen van industriële activiteiten, infrastructuurwerken enz. is een speciale rol voor de milieu-effectrapportering (mer) weggelegd. In het milieu-effectrapport (MER) dient meer aandacht te worden besteed aan effecten op natuur en biodiversiteit en aan landschapsecologische- en ecohydrologische relaties. De verzachtende maatregelen die in het MER vermeld worden, moeten zo veel mogelijk uitgevoerd worden. Bovendien dienen de effecten op de gebieden van de Groene Hoofdstructuur en de Vogelrichtlijngebieden expliciet vermeld te worden. Zowel milieukwaliteitseffecten (samenstelling van milieucomponenten, functioneren van ecologische processen) als ruimtelijke effecten (effecten op ruimtelijke structuren en samenhang) dienen beschreven te worden, en dit zowel voor de goed functionerende, als voor de potentiële ecosystemen.

Soortgericht. Initiatieven die trachten door habitatbescherming, -verbetering, of -ontwikkeling bedreigde, kwetsbare en/of zeldzame soorten te behouden of terug te krijgen, moeten aangemoedigd worden. Ze zijn immers ook gunstig voor andere soorten en (zelfs) voor hele levensgemeenschappen. Bij het selecteren van te beschermen plante- en diersoorten dient rekening gehouden te worden met het (inter)nationaal belang, de indicatorwaarde, de mate van bedreiging en de herkenbaarheid van de soort.
Dankzij hun eenvoud en de onafhankelijkheid waarmee ze opgesteld worden, zijn Rode Lijsten voor de burger goed doorzichtige en dus aan de huidige tijd aangepaste beleidsinstrumenten. Ook in de praktijk van het natuurbeheer zijn ze vaak zeer nuttig. Plaatselijk kunnen dergelijke lijsten gebruikt worden bij beheersplanning en -evaluatie, gebiedsevaluatie in het kader van geplande ingrepen (MER) en de bijbehorende verzachtende maatregelen. Provinciaal, regionaal of (inter)nationaal kunnen ze aangewend worden bij het uitwerken van habitat- en landschapsbeschermingsmaatregelen en van natuurontwikkelingsprojecten voor bedreigde soortengroepen. Verder zijn Rode Lijsten van belang bij het bepalen welke soorten meer onderzoek en monitoring eisen, welke beschermingsplannen en welke wettelijke beschermingsmaatregelen getroffen moeten worden.
De Vlaamse wetgeving dient de bescherming van een grote hoeveelheid soorten (behorende tot diverse groepen) met indicatorwaarde voor zeldzame en/of bedreigde habitaten te realiseren. Dit is reeds in grote mate het geval voor de internationale regelgeving in dit verband (Conventie van Bern, EU-richtlijn). De lijst van geselecteerde soorten zou zo samengesteld moeten zijn dat voor alle belangrijke habitattypes representatieve soorten aangeduid zijn. De in de nabije toekomst gevergde implementatie van de EU-richtlijn inzake de instandhouding van de natuurlijke en half-natuurlijke habitaten en de wilde flora en fauna biedt de mogelijkheid om de Vlaamse wetgeving in die zin aan te passen.

5.2 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Genoomniveau

Door de uitwisseling van individuen tussen populaties te bevorderen (opheffen van barrières) kan een natuurlijke uitwisseling plaatsvinden. Dit kan ook door in bestaande populaties soortgenoten uit te zetten (herpopulatie).

Wanneer isolatie veroorzaakt wordt door landgebruik, kan de barrièrewerking ervan verminderd worden door de aanleg of het beheer van lijn- of puntvormige landschapselementen, zoals hagen, heggen, kleine bosjes, poelen, e.d..

Allerlei natuurtechnische ingrepen kunnen de barrièrewerking van sommige infrastructuren reduceren. Wildviaducten, dassentunnels, paddentunnels e.d. kunnen samen met de bijhorende geleidingsstructuren op de plaats van bestaande trekroutes aangelegd worden. Sluizen, stuwen en dammen belemmeren de migratie van vissen. Ze kunnen overbrugd worden door allerlei vormen van vispassages zoals bekkentrappen, aalgoten, vissluizen en visliften[17].

Bestaande kleine populaties kunnen versterkt worden door het uitzetten van soortgenoten. Zo worden in Zweden Noorse otters uitgezet om de overlevingskans van de relictpopulaties te vergroten[18]. Zulke herpopulaties zijn op langere termijn slechts succesvol als de factoren die geleid hebben tot het verkleinen van de populaties weggenomen zijn. De uitgezette individuen kunnen voortkomen uit kweekprogramma's of uit andere populaties. De uitgezette exemplaren moeten de oorspronkelijke bewoners genetisch zo dicht mogelijk benaderen. Een wetenschappelijke begeleiding is noodzakelijk. In België gebeurt herpopulatie vooral in functie van het visserijbeheer. De verstorende factoren, zoals waterverontreiniging en barrières, zijn hierbij niet weggenomen. Dit is als dweilen met de kraan open en deze situatie vereist dan ook een regelmatig uitzetten van grote hoeveelheden gekweekte dieren. In Vlaanderen werden nog geen herpopulatie-programma's opgestart voor economisch minder aantrekkelijke organismen.

De toekomstige genomische diversiteit van sommige populaties en soorten (en het voortbestaan van sommige soorten) kan beveiligd worden door het aanleggen van genenbanken. Genenbanken kunnen bestaan uit diepgevroren sperma, diepgevroren plantezaden of uit gecontroleerde kweken. Deze dure methoden worden (voorlopig) alleen gebruikt voor economisch belangrijke soorten, zoals grassen, granen, aardappelen, fruitbomen en hun respectievelijke oude cultivars, zalm (Noorwegen) en gedomesticeerde diersoorten[18].

Soortniveau

Lokaal verdwenen soorten kunnen spontaan terugkeren wanneer weer aan hun habitateisen voldaan wordt. Door (soortgerichte) natuurbouw of natuurbeheer, kunnen geschikte habitaten ge(her)creëerd worden. Sommige zaden kunnen tientallen jaren kiemkrachtig blijven, zodat ze bij een geschikt beheer snel aanleiding kunnen geven tot nieuwe populaties. Dieren en planten zijn voor herkolonisatie van een geschikt habitat afhankelijk van hun vermogen tot verspreiding. Het wegnemen van barrières, zoals beschreven in het vorige punt, zal de mogelijkheid tot herkolonisatie aanzienlijk verbeteren.

Wanneer de kans op spontane herkolonisatie klein is, kan een herintroductie-programma worden opgestart. Herintroducties slagen zelden. Een noodzakelijke, maar niet voldoende, voorwaarde voor het welslagen van een herintroductie is dat de habitat van de soort zowel kwalitatief als kwantitatief geschikt (gemaakt) is. Het gebied moet groot genoeg zijn om een gezonde populatie te herbergen en er moet voldaan zijn aan de habitateisen van de betreffende soort. In verband met de proble-

matiek van kleine populaties (1.3) dient het aantal uitgezette exemplaren zo groot mogelijk te zijn. Herintroducties behoren wetenschappelijk begeleid te worden.

Ecosysteemniveau

Het verlies van ecosysteemdiversiteit kan alleen maar tegengegaan worden wanneer alle bedreigde ecosysteemtypes in Vlaanderen effectief beschermd en beheerd worden. Bij het aanwijzen van prioritair te beschermen ecosystemen dient vooral rekening gehouden te worden met de gevoeligheid voor menselijke ingrepen en met de natuurbetekenis. Vooral gevoelige en waardevolle gebieden dienen zo snel mogelijk gevrijwaard te worden van negatieve invloeden. Dit soort informatie kan samengebracht worden in zogenaamde *kwetsbaarheidskaarten*. Door het opmaken van gebiedsdekkende kwetsbaarheidskaarten voor verschillende verstoringsprocessen kan het aanwijzen van prioritair te beschermen gebieden op een wetenschappelijk verantwoorde manier gebeuren. Aan het Instituut voor Natuurbehoud wordt momenteel een methodologie uitgewerkt voor het opstellen van kwetsbaarheidskaarten voor verschillende verstoringsprocessen.

De meeste ecosystemen in Vlaanderen worden in mindere of meerdere mate beïnvloed door de mens. Om de halfnatuurlijke levensgemeenschappen te bewaren of om cultuurland om te zetten naar een meer natuurlijk habitat zijn beheersmaatregelen nodig, waarbij van vroegere agrarische praktijken kan worden geleerd. Die beheersmaatregelen zijn grondverzet (graven van putten, vijvers en sloten, plaggen), beweiden en begrazen, branden, maaien en kappen.

5.3 | Onderzoek

Zoals moge blijken uit de voorgaande uiteenzetting over biodiversiteit staat de studie ervan in Vlaanderen nog in zijn kinderschoenen. Het onderzoek omtrent de genomische diversiteit van populaties krijgt in Vlaanderen onvoldoende aandacht. Ook de eenvoudigste benadering van biodiversiteit, het inventariseren van soorten en het in kaart brengen van verspreidingsgegevens, vertoont nog grote lacunes. Vooral van lagere planten en dieren ontbreken zulke studies nog volledig. Op ecosysteemniveau is er behoefte aan een gedetailleerde, globale ecotopentypologie.

Om accurate voorspellingen van gevolgen van menselijke ingrepen op ecosystemen mogelijk te maken, is onderzoek naar kwetsbaarheden van verschillende ecosystemen voor de verschillende verstoringsprocessen uiterst noodzakelijk. Om tot een gefundeerde natuurgerichte normstelling te komen, zouden vooral de gevolgen van verzuring, vermesting, verdroging, hinder, verspreiding van milieugevaarlijke stoffen en versnippering op indicatorsoorten en levensgemeenschappen moeten worden bestudeerd. Verder onderzoek is vereist over tolerantiegrenzen, dosis-effectrelaties, en naijling van effecten.

Kortom, het Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling (VLINA) dient dringend uitgevoerd te worden. Het VLINA beoogt het onderzoek in functie van het natuurbehoud te stimuleren, door financiering van onderzoeksprojecten van Vlaamse universitaire en onderzoeksinstellingen en natuur- en milieuverenigingen (budget van 500 miljoen BF, gespreid over vijf jaar). In het voorbereidend rapport[19], waarin het bestaand onderzoekspotentieel geïnventariseerd en geëvalueerd werd, zijn een groot aantal onderzoeken opgenomen die noodzakelijk zijn om inzicht te krijgen en toegepast te worden in het beheer en de ontwikkeling van de natuur in Vlaanderen. Studies in verband met het verlies van biodiversiteit, op de verschillende niveaus van biologische organisatie, vormen hiervan een wezenlijk onderdeel.

Referenties

1 Tack G., Van den Bremt P., Hermy M., Bossen van Vlaanderen. Een historische ecologie, Davidsfonds, Leuven, 1993.

2 Cosijns E., Leten M., Hermy M., Vanhecke L., Triest L., Checklist van de Vlaamse vaatplanten 1993, Rapport Instituut voor Natuurbehoud en Vrije Universiteit Brussel, 1994.

3 Cosijns E., Leten M., Hermy M., Triest L., Een statistiek van de wilde flora van Vlaanderen, Rapport Instituut voor Natuurbehoud en Vrije Universiteit Brussel, 1994.

4 Maelfait J.-P., Coulon G., Desender K., *Proceedings of the 8th International Colloquium of the European Invertebrate Survey*, (1992), 81.

5 Maes D., Daniels L., Voorlopige atlas van de dagvlinders van Vlaanderen, JNM v.z.w., Gent, 1993.

6 Bruylants B., Vandelannoote A., Verheyen R.F., De vissen van onze Vlaamse beken en rivieren, WEL v.z.w., Antwerpen, 1989.

7 Sparreboom M., De amfibieën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg, A.A. Balkema, Rotterdam, 1981.

8 Vlaamse avifauna commissie, Vogels in Vlaanderen: voorkomen en verspreiding, I.M.P., Bornem, 1989.

9 Van Vessem J., Meire P., Vlaamse bijdrage tot de Europese broedvogelatlas, Instituut voor Natuurbehoud en Rijksuniversiteit Gent i.s.m. Vlavico, 1990.

10 Anselin A., Devos K., Populatieschattingen van broedvogels in Vlaanderen, periode 1989 - 1991, Vlavico i.s.m. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen en Instituut voor Natuurbehoud, 1992.

11 Hermy M., Kuijken E., Ontwerplijst van speciale beschermingszones voor het Vlaamse gewest, in uitvoering van de Habitat-richtlijn 92/43/EEG, Rapport Instituut Natuurbehoud, Hasselt, 1993.

12 Allemeersch L., Geusens J., Stevens J., Raskin L., Heide in Limburg, Lannoo bvba, Tielt, 1988.

13 Van Der Haegen H., Het bodemgebruik in België en de evolutie ervan sinds 1834 volgens de kadastrale gegevens, Rapport Nationaal Instituut voor de Statistiek, Brussel, 1982.

14 Hermy M., Natuurbeheer, Van de Wiele, Stichting Leefmilieu, Natuurreservaten en Instituut voor Natuurbehoud, 1989.

15 Ulenaers P., Introductie, herintroductie en herpopulatie van levende organismen, Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt, 1994.

16 De Blust G., Kuijken E., Paelinckx D., De Groene Hoofdstructuur van Vlaanderen, Instituut voor Natuurbehoud i.s.m. Kluwer Editorial, 1992.

17 Logemann D., Schoorl B., Verbindingswegen voor plant en dier, Stichting Natuur en Milieu, Utrecht, 1988.

18 Sandlund O. T., Biological diversity in Norway: a country study, Directorate for Nature Management, Trondheim (Noorwegen), 1992.

19 Bogaert G., Eens M., Van Bockstal P., Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling, Eindrapport Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, 1992.

Begeleiders

A. Dhondt, E. Matthysen, Departement Biologie, UIA

P. Rüdelsheim, Plant Genetic Systems

Deel IV

Rol van de doelgroepen

1 Bevolking | 523
2A Landbouw | 533
2B Bosbouw | 545
3 Energiesector | 555
4 Chemische nijverheid | 567
5 Industriesector basismetaal | 583
6 Bouwsector | 597
7 Overige nijverheid | 609
8 Verkeer en vervoer | 619
9 Recreatie en toerisme | 631
10 Infrastructuren | 643

IV.1 Bevolking

C. Dickens, E. Van Hecke, KUL

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

De belangrijkste verstoringsthema's waar de bevolking toe bijdraagt door energiegebruik, consumptie, waterverbruik en ruimtegebruik zijn verandering van klimaat: broeikaseffect, verzuring, afvalstoffen, waterverontreiniging en versnippering van de open ruimte (tabel 1).

Tabel 1: Themaprofiel van de huishoudens.

Thema	Stoffen	Activiteit
Verandering van klimaat	CO_2, CH_4, N_2O	energiegebruik
Verzuring	NO_x, SO_2	energiegebruik
Afvalstoffen	huisvuil	consumptie
Waterverontreiniging	BZV, CZV, N, P	waterverbruik
Aantasting van de open ruimte	.	wonen

1.1 | Verandering van klimaat: broeikaseffect

De huishoudens dragen voornamelijk door gebouwen- en waterverwarming via CO_2-, CH_4- en N_2O-emissies bij tot de klimaatverandering (tabel 2). De meeste cijfers betreffen emissies van huishoudens, de tertiaire sector (waaronder klein- en groothandel, kantoren en openbare diensten) en de kleine bedrijven. Deze groep zou voor 15 % verantwoordelijk zijn voor de emissie van broeikasgassen in Vlaanderen. De toekomstige evolutie van de absolute hoeveelheid CO_2, N_2O en CH_4 zou tot 2000 stijgend en daarna dalend verlopen (zie III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect).

Tabel 2: Bijdrage van en aandeel in broeikasgasemissies van de huishoudens in het Vlaamse Gewest in 1990.

	Absolute hoeveelheid (in kton)	%-aandeel in totale emissies
CO_2	10 176	16,0
CH_4	9	0,3
N_2O	334	9,4

Bron: VITO.

1.2 | Verzuring

De bevolking draagt bij tot de NO_x- en SO_2-emissies (tabel 3). Afhankelijk van de aangewende brandstof (vooral steenkool en stookolie) wordt er voor de *verwarming van woningen* SO_2 geëmitteerd. De emissies van particuliere, collectieve en openbare gebouwen evenals die van de tertiaire sector en de kassen dragen slechts in beperkte mate bij tot de verzurende emissies. Door de halvering van het S-gehalte van stookolie in de periode 1980-1991 is ook de SO_2-emissie gedaald. Emissie van NO_x gebeurt in mindere mate door gebouwenverwarming. De NO_x-emissie is in 1991 teruggevallen op 75 % ten opzichte van 1980 (zie III.2A Verzuring).

Tabel 3: Bijdrage van en aandeel in de verzurende emissies van de huishoudens in het Vlaamse Gewest in 1990.

	Absolute hoeveelheid (in ton)	%-aandeel in totale emissies
NO_x	8,6	3,7
SO_2	16,8	8,1

Bron: CES.

1.3 | Afvalstoffen

De omvang van het huishoudelijk afval is voor 1991 geschat op ongeveer 2,26 miljoen ton. Dit komt neer op een gemiddelde produktie van 392 kg/inwoner/jaar of 1,08 kg/inwoner/dag. OVAM stelt vast dat de opgehaalde hoeveelheid huisvuil per inwoner beduidend hoger ligt in verstedelijkte gebieden dan in landelijke gebieden, ondanks de kleinere hoeveelheid tuinafval. Behalve de graad van verstedelijking zijn de belangrijkste variabelen die de hoeveelheid huishoudelijke afval bepalen het aantal gezinsleden, de grootte van de woning (al dan niet met tuin), het inkomen, de consumptiepatronen, de levenshouding en de mate waarin afval zelf wordt verwerkt. De integraal opgehaalde hoeveelheden huisvuil en grof vuil stegen van 1,6 miljoen ton in 1981 tot 1,8 miljoen ton in 1991, ondanks een stijging van selectief ingezameld afval van 0,4 miljoen ton in 1991 tegen 0,3 in 1988 (tabel 4). Het hoger milieubewustzijn resulteert vooral in meer gescheiden aanbod en niet zozeer in preventie van afval.

Tabel 4: Samenstelling van de huisvuilophaling in het Vlaams Gewest.

Wijze van ophaling	1988 in ton	1990 in ton	1991 in ton	%-deel van tot. afvalsoort	%-deel van tot. huisvuil
Selectieve ophaling	308 855	326 981	429 182	.	19
KGA	1 055	1 132	1 253	12	
Glas	53 200	60 383	67 507	51	
Papier en karton	42 500	49 067	82 414	23	
Kunststoffen	1 300	3 814	6 022	4	
Metalen	12 000	13 096	21 546	27	
Autobanden	800	345	344	..	
Bouw-sloopafval	110 000	122 381	111 348	..	
Groenafval	78 000	73 996	138 705	17	
Integrale ophaling	1 618 063	1 622 018	1 682 203	.	74
Grof vuil	123 075	157 375	151 581	.	7
Totaal huisvuil	*2 049 993*	*2 106 374*	*2 262 966*	.	*100*

Bron: OVAM en eigen verwerking.

De samenstelling van het huisvuil werd via steekproeven bepaald in 1985 en in 1993 (tabel 5). De samenstelling onderging wijzingen vanwege veranderingen in consumptie- en produktiegedrag en in de ophalingswijze zelf (selectief versus integraal).

Tabel 5: Samenstelling van de integrale huisvuilophaling in het Vlaamse Gewest.

Afvalsoort	1985 %-deel in totaal	1993/94 %-deel in totaal	extrapolatie sam. 1993 op totale hoeveelheid 1991 in ton	kg per inw.
KGA	1,3	0,6	9 252	1,6
Glas	7,5	3,8	63 419	10,9
Papier en karton				
recupereerbaar	14,4	10,6	178 482	30,6
niet-recupereerbaar	9,5	5,4	90 334	15,5
Kunststoffen	6,2	7,6	128 520	22,1
Textiel	2,0	3,3	54 672	9,4
Metalen	3,8	3,4	58 709	10,1
Groenafval	43,7	49,6	834 373	143,2
Gemengde fractie	5,0	9,1	152 576	26,2
Fractie overige	1,9	1,9	31 794	5,5
Inerte restfractie	4,7	4,7	79 232	13,6
Totaal	*100,0*	*100,0*	*1 682 203*	*289,0*

Bron: OVAM en eigen verwerking.

Het *organisch-biologisch* afval (groenafval) vormt bijna de helft van het huisvuil (volgens OVAM). Het omvat het keukenafval en het tuinafval. In het buitenland zijn gelijkaardige cijfers genoteerd. Op basis van de gezinsbudgetenquête en de afvalproduktie per produkt zou het keukenafval 70 kg/inw/jaar bedragen (eigen berekeningen). OVAM raamt de produktie van keukenafval op 110 kg/inw/jaar. Het verschil tussen beide cijfers kan liggen in de hoeveelheden keukenresten (broodoverschot, etenresten, enz.). Voor het tuinafval zijn controlegegevens niet beschikbaar.

De *glasfractie* vertegenwoordigt 3,8 % van de hoeveelheid huishoudelijk afval. Nagenoeg al het glas komt van verpakkingsmateriaal: volgens het OVAM-onderzoek van 1985 vertegenwoordigen verpakkingen van voedingsmiddelen 42,7 % en flessen 51,8 % van de glasfractie. De cijfers van Verlipack geven een andere verhouding: 28 % en 66 %. De glasfractie is ten opzichte van 1985 gehalveerd in de integrale ophaling, door de vermindering van het gebruik van glazen verpakkingen en door een toename van selectieve inzameling.

Voor *papier en karton* (zowat 1/6 van de hoeveelheid) is er een onderscheid tussen twee grote bronnen: enerzijds verpakking en anderzijds kranten, tijdschriften en ander papier (bv. schrijfpapier). Volgens de enquête van 1985 bedragen de kranten 21,3 % van het papier- en karton afvalgewicht, de tijdschriften 13,3 %, karton 15,6 %, laminaten 3,8 %, restverpakking 11,7 % en rest niet-verpakking 34,3 %. Gelet op de oplage van tijdschriften en kranten en de hoeveelheid reclame zou er een inkomende papierstroom zijn van minstens 190 000 ton. Dat is heel wat meer dan door de OVAM wordt verondersteld (tabel 5). De vergelijking met het schijnbare verbruik opgegeven door de papierfabrikanten naar soort papier kan die grootteorden bevestigen maar nauwkeurige vergelijkingen zijn niet mogelijk omdat de hoeveelheid papier met huishuidelijke bestemming niet identificeerbaar is. Dit geldt vooral voor houtvrij papier en verpakkingspapier. Er komt in 1993 minder papier en karton in de integrale ophaling terecht, zowel recycleerbaar als niet-recycleerbaar. De gemengde fractie bestaande uit wegwerpluiers, brikverpakkingen en slagerspapier verdubbelen tot 9 % van de huisvuilzak.

De *kunststoffenonderdelen* zouden volgens de steekproef in 1993 7,6 % innemen. Kunststoffen zijn een belangrijke component geworden, vooral vanwege het lage soortelijk gewicht. Het staalinfocentrum schat het *stalen verpakkingshuisvuil* op 50 000

ton per jaar, waaronder 8 400 ton stalen drankblikjes (14 000 ton volgens de Belgian Aluminium Association). Deze ramingen komen goed overeen met de OVAM gegevens (49 400 ton ferro en 9 300 ton non-ferro). Globaal kan het stalen verpakkingsmateriaal volgens het staalinfocentrum verdeeld worden als volgt: conserven 50 %, dranken 15 %, spuitbussen 10 %, kroonkurken 10 %, overige 15%. De hoeveelheid aluminiumbusjes worden op 1 500 ton geraamd. Door PRO vzw wordt het totale gewicht van de metalen drinkbusjes- en blikjes op slechts 6 350 ton geraamd. De textielfractie kent ten opzichte van 1985 een aanzienlijke toename.

Van de *duurzame goederen* (witgoed en bruingoed) komt de grootste hoeveelheid terecht bij het geselecteerde afval, bij het grof huisvuil of bij schroothandelaars. Op basis van penetratiegraden, levensduur en gewicht, zou 50 000 ton witgoed en 12 500 ton bruingoed per jaar afgedankt worden. Voor die ramingen zijn er qua gewicht en samenstelling belangrijke verschillen vanwege de variëteit aan produkten en de voortdurende evolutie in de produktie. Hoe later het produkt op de markt verschijnt, hoe lichter het is door het groter aandeel kunststoffen en de verkleining van de onderdelen.

1.4 | Waterverontreiniging

De huishoudens zijn zeer belangrijke lozers van afvalwater (zie III.6 Waterverontreiniging) (tabel 6). In 1991 werd ongeveer 78,3 % van het afvalwater van de gezinnen via de riolering afgevoerd, maar slechts 29,6 % werd daadwerkelijk naar de RWZI's geleid. Dit betekent dat anno 1991 70,4 % van ons huishoudelijk afvalwater ongezuiverd werd geloosd in het oppervlaktewater.

Tabel 6: Jaarlijkse bijdrage en aandeel in de totale waterlozingen door de huishoudens in het Vlaamse Gewest in 1991.

	Absolute hoeveelheid (in ton)	%-aandeel in totale lozingen
Biochemisch Zuurstofverbruik (BZV)	83 350	68,8
Chemisch Zuurstofverbruik (CZV)	216 410	61,5
Stikstof	7 515	32,0
Fosfor	8 701	68,7

Bron: VMM, 1992; ISO, 1993.

De huishoudens zijn eveneens verantwoordelijk voor heel wat andere verontreinigende activiteiten met negatieve effecten op de waterkwaliteit. Zo zorgt de huisverwarming voor de uitstoot van stikstofoxiden en zwaveldioxide, met enerzijds de verzuring van het watermilieu tot gevolg en anderzijds een significante bijdrage tot de vermesting. Ook het storten en verbranden van huishoudelijk afval kan leiden tot waterverontreiniging (via lucht- en bodemverontreiniging). Het lekken van ingegraven stookolietanks vormt eveneens een ernstige bedreiging voor de grondwaterkwaliteit.

1.5 | Versnippering van de open ruimte

Wellicht vormt de toenemende verstedelijking van de ruimte de meest tastbare vorm van toename van het aantal huishoudens, van het autogebruik en van de decentralisatie van het wonen, de tewerkstelling en de recreatie. Deze lokalisaties hebben gevolgen voor de verkeersfluxen uitgaande van de huishoudens. Voor de toestand van het ruimtegebruik verwijzen wij naar II.1 Bevolking.

2 | Maatregelen

2.1 | Bevolking en huishoudens

Elke inwoner is een verbruiker. Een bevolkingstoename vertaalt zich in een verhoogde milieudruk. Er is noch in België, noch in Vlaanderen een bevolkingspolitiek om het aantal inwoners te beperken. Integendeel, een bevolkingsafname en de vergrijzing worden op termijn economisch en sociologisch als ongunstig ervaren. De daling van het aandeel van de actieve bevolking in het totale bevolkingsaantal brengt het sociale zekerheidssysteem in gevaar.

Voor de milieuproblematiek is de evolutie van het aantal huishoudens veel belangrijker dan die van het inwonertal. De ontwikkelingen die aan de basis liggen van deze evolutie zijn demografisch of maatschappelijk van aard (zie II.1 Bevolking). Deze ontwikkelingen zijn zeer persoonlijk, daarom er kunnen moeilijk maatregelen tegen getroffen worden. Wel kunnen milieu-educatie en -informatie eventueel aanzetten tot gedragsverandering (zie V.3C Milieu-educatie en -informatie).

2.2 | Wijziging van het ruimtegebruik

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen dient een oplossing te bieden voor de ruimtelijke problematiek. Het plan stelt een afwegingskader vast met de mogelijkheden en randvoorwaarden voor het bouwen van woningen in de open ruimte. De volgende uitgangspunten gelden:

- Het bouwen van nieuwe woningen wordt zoveel mogelijk geconcentreerd in bestaande kernen zodat een ongeordende spreiding ervan in de open ruimte wordt tegengegaan.
- De huidige gewestplangrenzen (woonzone, woonuitbreidingsgebied, enz.) worden zeker niet verruimd.
- Naarmate de agrarische, landschappelijke of natuurlijke waarde van een gebied stijgt, worden de beperkingen inzake bebouwing sterker. Dat geldt in de eerste plaats voor bebouwing die geen functionele of visuele band heeft met de open ruimte.

Op basis van de berekening in de gewenste ruimtelijke structuur worden 400 000 nieuwe woningen geprogrammeerd tegen het jaar 2007. Per provincie zijn percentages van de nieuw te bouwen woningen uitgewerkt. Zij fungeren als maxima voor de woonkernen in de open ruimte en minima in de stedelijke gebieden.

Om de ruimtelijke maatregelen te bevorderen zou de Vlaamse Regering voorstellen moeten uitwerken om de federale wetgeving inzake het herschikken van de kadastrale en de gemeentelijke fiscaliteit te herzien in functie van de gewenste ruimtelijke structuur. Hierdoor kan een positief discriminerend beleid ten voordele van de stedelijke gebieden ontwikkeld worden. Aan een gemoduleerd kadastraal inkomen dat rekening houdt met de eventueel afwijkende ruimtelijke inplanting zouden dan ook heffingen inzake afvalinzameling, afvalwatercollectie (zuivering), waterdistributie, elektriciteits- en gasdistributie gekoppeld kunnen worden.

De verlaging van de kosten bij overdracht van eigendom (met eventueel recuperatie via een hoger kadastraal inkomen) kan de verhuismobiliteit verhogen om lange woonwerkverplaatsingen te kunnen vermijden.

2.3 | Verandering van het consumentengedrag

Wij noemen enkele maatregelen die de huishoudens zouden moeten treffen voor hun belangrijkste activiteiten. De maatregelen zijn per probleemgebied gerangschikt.

Maatregelen voor vermindering van fossiel energiegebruik

Vermindering van fossiel energiegebruik is milieuvriendelijker en kostenvoordeliger. De volgende maatregelen voor de huishoudens dragen hiertoe bij:

Bij het *(ver)bouwen:*

- Bij nieuw- en vernieuwbouw de mogelijkheden voor passief zonneënergiegebruik benutten.
- Aardgasverwarming verbruikt minder energie dan elektrische verwarming. In gemeenten of deelgemeenten waar niet op aardgas aangesloten kan worden, wordt het best voorlopig met stookolie verwarmd. Stookolietanks moeten goed ingekuipt worden en mogelijke lekkende, ingegraven stookolietanks (bv. ouder dan 15 jaar) moeten opgespoord en hersteld worden.
- Het gebruik van kolenkachels, openhaarden en zogenaamde 'allesbranders' moet vermeden worden.
- Gebruik maken van efficiënte en zuinige CV-ketels en van thermostaatkranen.
- Woningen goed isoleren.
- In het concept van de infrastrucuur van de woningen de volumes van veelvuldig te verwarmen ruimtes beperken.
- Ontharding van leidingwater waarborgt langer de efficiëntie van huishoudapparaten.

Voor *dagelijks energiegebruik:*

- Beperken van de energiehoeveelheid: overbodige verlichting en verwarming vermijden, toestellen niet onnodig laten aanstaan, tochtweringen aanbrengen. Quota of heffingen op energiehoeveelheden kunnen besparingen op het energiegebruik bevorderen.
- Aankopen energiezuinige toestellen. Het toekennen van een waarheidsgetrouw keurmerk helpt de consument een betere keuze te maken.
- Spaarlampen en halogeenlampen gebruiken.
- Beter minder lichtpunten met sterkere lamp, dan veel zwakke verlichtingspunten gebruiken.
- Woonvertrekken in een lichte kleur verven of behangen, zodat minder verlichting nodig is.
- Het gebruik van batterijen beperken en liefst herlaadbare batterijen gebruiken.
- Plaatsen van een energiemeter per huishouden (geen collectieve meters) en deze maandelijks controleren.
- Aankoop en gebruik van wasdrogers, waterbed, grote elektrische geisers vermijden.
- Kopen van voeding en drank met zo weinig mogelijk energiegebruik geproduceerd; dus geen: geïmporteerde, uit kassen, diepvries, kant-en-klare en instant voedingsmiddelen; maar wel: verse, van het seizoen, van dichtbij, bij voorkeur biologisch geteeld, voor een meer vegetarisch menu.

Maatregelen voor reductie van afvalwater

De reductie van het huishoudelijk waterverbuik zal de kosten van dat verbruik en de te betalen afvalwaterheffing, die gebaseerd is op het debiet van verbruik, verlagen. De volgende maatregelen zijn te nemen:

Bij het *(ver)bouwen:*

- Mogelijkheden voor rationeel waterverbruik voorzien: door hergebruik van badwater voor spoeling van toilet en gebruik van regenwater voor sproeien van de tuin.

- Volledig aansluiten op *riolering* (niet enkel voor doorspoeling van toiletwater).
- Het toilet voorzien van een reglementaire aansluiting op een septische put.

Voor *dagelijks waterverbruik:*

- Beperken van de hoeveelheid drinkwater: inschakelen van regenwater om te kuisen, de tuin te sproeien, de wagen te wassen en het toilet door te spoelen; gebruik maken van waterbesparende armaturen. Door quota of heffingen op te groot waterverbruik kan men vermijden dat drinkwater bijvoorbeeld gebruikt wordt om vijvers te vullen.
- Kopen van waterzuinige huishoudtoestellen. Het toekennen van een waarheidsgetrouw keurmerk helpt de consument een betere keuze te maken.
- Opsporen van lekken: indien er een grondige studie zou bestaan over het gebruik van water voor bepaalde types van huishoudens, dan zouden de watermaatschappijen de huishoudens met een te hoog watergebruik kunnen informeren over een mogelijke lek in de leiding of een toestel.
- Regelen het debiet van de spoelbak van het toilet. Het plaatsen van een milieuvriendelijke baksteen in de spoelbak is de goedkoopste manier. Bijna 40 % van het drinkwater verdwijnt via deze spoelbak.
- Herstellen van lekkende kranen. Een kraan die tien druppels per minuut lekt, veroorzaakt per jaar een verlies van 2 000 liter.
- Plaatsen van een watermeter per huishouden (geen collectieve meters) voor controle op lekken of overtollig verbruik.
- Het gebruik beperken van bepaalde milieuonvriendelijke apparaten zoals de vaatwasmachine omdat nog geen goede, milieuvriendelijke wasmiddelen bestaan.
- Bruine zeep gebruiken en na het kuisen water en zeep over het bloemenperk of de moestuin sprenkelen. Dat bevloeit niet alleen, maar beschermt bloemen, planten en groenten tegen ongedierte en ziekten, zodat je geen chemische bestrijdingsmiddelen moet gebruiken.

Maatregelen voor reductie van afval

De maatregelen die afval voorkomen, hebben veelal een kostenvoordeel voor de huishoudens. De volgende maatregelen dienen genomen te worden:

Bij het *(ver)bouwen:*

- Kopen van een bestaande woning in plaats van een nieuwe die veel nieuw materiaal en ruimtegebruik vergt.
- Gebruik maken van *milieuvriendelijke* materialen. Geen: PVC, spaanplaten, asbest, PUR- of UF-schuim, polystyreen; wel: minerale wol, perlietkorrels, platen van glasschuim of kunststoffolies, natuurlijke isolatiemateriaal als hout, kokosvezel, kurk, vlaswol, buizen van het plastic polypropeen (PPC), omdat zij biodegradeerbaar zijn, en/of een langere levensduur hebben en/of gezonder zijn.
- Voorzien van deelontharding van het leidingwater. Een voldoende ontkalking van het leidingwater zou de levensduur van heel wat huishoudapparaten en sanitaire toestellen verlengen.
- De woning voorzien van bergplaatsen en recipiënten voor het scheiden van diverse afvalsoorten (o.a. papier, glas, metalen, kunststoffen, GFT, klein chemisch, kleding, enz.). De mogelijkheid voor zelfcompostering moet onderzocht worden. Proefprojecten in Vlaanderen wezen uit dat het percentage gesorteerd afval het hoogst is bij het systeem van 'ophalen van gesorteerd materiaal'. Supplementaire wijkcontainers (niet enkel voor glas bv. ook voor tuinafval) geven betere resultaten dan slechts één containerpark voor een grote gemeente. Consumenten dienen ook de data waarop hun gesorteerd (bv. gevaarlijke afval) afvalmateriaal ingeleverd moet worden in het oog te houden.

Voor *koopgedrag:*

- De noodzaak van de aanschaf van bepaalde produkten overwegen (modegrillen, herstelbaarheid van de toestellen, enz.) en bepaalde consumptievolumes verkleinen.
- Indien mogelijk de levensduur van huishoudtoestellen en auto verhogen door vervanging van defecte onderdelen. Hier is een taak weggelegd voor de fabrikanten: standaardisatie, demonteerbaarheid. In verband met de levensduur moet onderscheid gemaakt worden tussen technische (=maximale), economische (=meest prijsvoordelige) en sociaal-psychologische (=persoonlijk verkozen) levensduur.
- Kleding uit natuurlijk textiel (katoen, wol, linnen en zijde) kopen. Deze kleding is recycleerbaar en als afval leveren de natuurlijke materialen minder milieuproblemen, omdat zij goed afbreekbaar zijn.
- Milieuvriendelijk meubileren en huis inrichten. Kies voor: inlands hout (niet tropisch); meubels van massief hout (geen spaanplaatmeubels want die zijn niet duurzaam); wandbedekking van papieren behang of wanden verven met natuurverf ; gordijnen van wol, katoen of linnen; linoleum als vloerbedekking is milieuvriendelijker dan vaste vloerbedekking van kunststof; matrassen van een zware kwaliteit polyether of schuimrubber, matrassen met vulling van wol of katoen (i.p.v. lichte matrassen en meubelvullingen van schuimplastic dat met CFK's is geblazen).
- Geen wegwerpartikelen kopen (bv. camera's, scheermesjes, bekertjes, borden, bestek, aluminium boterhamverpakking, wegwerpluiers), maar duurzame substituten.
- Gebruik maken van een boodschappentas voorkomt plasticafval.
- Aankoopvolumes aanpassen aan de grootte van het huishouden: niet te groot anders bederft het produkt, niet te klein anders is er onnodig veel verpakking (geen éénpersoonsverpakking voor bv. koffiemelk)
- Kiezen voor statiegeldsystemen of hervulbare recipiënten.
- Aankopen van voeding en drank met zo weinig mogelijk additieven.
- Beperken van de aankoop van produkten met gevaarlijk afval.

Voor *dagelijks onderhoud:*

- Reinigen van kleding en schoenen met milieuvriendelijke produkten.
- Zo veel mogelijk wasmiddel gebruiken dat echte zeep bevat (vloeibare wasmiddelen bevatten dikwijls meer detergenten), geeft dit geen bevredigend resultaat dan geconcentreerde waspoeders gebruiken.
- Kiezen voor wasmiddelen zonder fosfaat of NTA met zo min mogelijk toevoegingen.
- Bij hard water niet méér waspoeder gebruiken, maar ontkalkingsmiddel toevoegen.
- Geen optische witmakers of bleekwater gebruiken om de was witter te maken.

Voor *doe-het-zelf-activiteiten:*

- Zo weinig mogelijk of geen PVC-materialen aanschaffen.
- Verven van muren en hout met natuurverf (op basis van lijnolie of water).
- Gebruik maken van tuinbeitsen op waterbasis of op basis van lijnolie als goede alternatieven voor het milieuschadelijke carbolineum of wolmanzouten (lichtgroen).
- Lijmsoorten uit natuurlijke gronstoffen op waterbasis (i.p.v. op basis van 'organische' oplosmiddelen uit aardolie) gebruiken. In het algemeen is het raadzaam om zo weinig mogelijk te lijmen, maar verbindingen tot stand te brengen met schroeven of spijkers.
- Gebruik van natuurkit (op basis van natuurhars en rubber of lijnolie), gewone mortel, kierendichting met hout- of papiervezels en aftimmerlatje).
- Gebruik van loodhoudende grondverf (wel wateroplosbaar) vermijden.

Voor *ongediertebestrijding:*

- Voorkomen van gebruik van gifmiddelen of andere gevaarlijke bestrijdingsmiddelen door gebruik te maken van horren en vliegenmeppers; reinigen van potentiële beestjeshaarden; afdekken van voeding; dichten van kieren; vochtbestrijding door goede

ventilatie en lavendelzakjes in de kleerkasten.

Voor *lichaamsverzorging:*

- Noodzaak van de verzorgingsmiddelen overwegen.
- Gebruik maken van natuurlijke zepen en cosmetica met zo weinig mogelijk additieven en kleurstoffen.

Voor *papier en bureaumateriaal:*

- Indien ongeadresseerde reclamedrukwerk ongewenst is, kan men een gereglementeerde sticker op de brievenbus plakken. Bij niet naleven ervan: klacht indienen.
- Gemeenschappelijk een krant kopen.
- Voor het printen en kopiëren recyclagepapier van goede kwaliteit gebruiken.
- Gebruik van chloorgebleekt papier vermijden.
- Eenzijdig bedrukt papier niet weggooien, het komt nog van pas als kladpapier.
- Correctievloeistof op waterbasis (witte ecoline) gebruiken.
- Enkel stiften kopen met inkt op waterbasis. Stiften en balpennen kopen met losse vullingen, doch zoveel mogelijk een vulpen gebruiken.
- Stiften met oplosmiddelen, correctievloeistof en typelinten meegeven met klein chemisch afval.
- Zakrekenmachientjes met een zonnecel gebruiken.

Voor *vrije tijd, sport, toerisme:*

- Vermijden: vernieling van de natuur (bv. bromfietsen, mountainbikes in de duinen, heide, enz.), te veel lawaai (bv. radio's, brommers), korte reizen per vliegtuig en overdadig energiegebruik (bv. autoracen, motorboten, enz.).

Voor *tuinieren, kamerplanten:*

- Zo biologisch mogelijk tuinieren en kamerplanten verzorgen.
- Zelf composteren; zelf potgrond maken van een mengsel van zandgrond en compost.
- Chemische bestrijdingsmiddelen, 'bladglansmiddelen', 'plantenlampen', kamervijvers vermijden.
- Extra voeding geven in de vorm van enkele korrels gedroogde koemest, wormenmest of compost.

Voor *huisdieren*

- Niet kiezen voor een kooidier, een exotisch dier of een tropisch aquarium.
- Bij het uitlaten van de hond: een schepje en een krant meenemen.
- Geen blikvoer geven.

Instrumenten ter bevordering van deze maatregelen

De normering van ruimtegebruik via gewestplannen en plannen van aanleg en een milieu-effectieve hantering van het kadastrale inkomen bevorderen de woonplaatskeuze en omvang van de woningen (2.2). Milieutaksen maken milieu-onvriendelijke produkten duurder en pogen zo de aankoop te ontmoedigen of de frequentie van aankoop te verminderen (zie V.2A heffingen). de overheid moet zorgen voor voldoende zekerheid over de mogelijkheden tot substitutie van de bestedingen (bv. door betere uitbouw van openbaar vervoer, door planmatige invoering van ecotaksen). Waarheidsgetrouwe milieukeuren kunnen die substitutie mede bevorderen. Gewestelijke, provinciale en gemeentelijke gecoördineerde initiatieven van milieu-educatie en -informatie moeten aanzetten tot verandering van het bestedingsgedrag en kunnen meehelpen het draagvlak voor milieutaksen en -normering vorm te geven (zie V.3C Milieu-educatie en -informatie).

2.4 | Bevordering van de probleemkennis

Een beleid kan zich slechts verantwoorden als het gebaseerd is op voldoende kennis van de situatie. Dit kan alleen mits voldoende *recente gegevens voorradig zijn liefst op niveau van de gemeenten*. Met gemiddelde provinciale of gewestelijke cijfers kunnen bijvoorbeeld geen conclusies getrokken worden over het gedrag van consumenten uit een verstedelijkte zone versus het platteland.

De overheid dient er voor te zorgen dat de volgende degelijke, goed gecoördineerde en toegankelijke statistieken voorhanden zijn:

- Een tienjaarlijkse *volkstelling* die toelaat een ruimtelijke analyse te maken van socio-economische kenmerken (ook binnen één gemeente).
- Jaarlijkse statistieken van *waterverbruik* en *energiegebruik*, van de aard en de hoeveelheid *afvalstoffen*, *luchtemissies*, *afvalwater* voor de huishoudens afzonderlijk, en dit per deelgemeente.
- Een inventarisatie van *verpakkings*materiaal en andere *grondstoffenstromen* van producent tot verbruiker. Definiëren van hetgeen door huishoudens in Vlaanderen wordt verbruikt.
- *Sociologische enquêtes* naar consumptie, milieubesef, milieugedrag en cultuur in het Vlaams Gewest.
- Via een *milieutelefoon* (cfr. Nederland) kan er heel wat respons terug komen van de consumenten naar de overheid en de onderzoekers.

Referenties

Vermeir W., Borms A., Samenstelling huisvuil 1985, ovam, 1986.

Inventarisatie huishoudelijke afvalstoffen in Vlaanderen in 1990, 1991, ovam,1992 en 1993.

Adriaanse A., Milieukengegevens Nederland, Ministerie vrom, 's Gravenhagen, 1990.

Buitenkamp M. et al., Actieplan Nederland duurzaam, Milieudefensie, Amsterdam, 1992.

Vanhoutte P., Het milieuboekje, Epo-Bond beter leefmilieu, Berchem, 1991.

Milieusparend huishouden, Stichting natuur en milieu, Utrecht, 1993.

Boonstra C. en Mak J., Waterbesparing in huishoudens - inventarisatie van maatregelen en berekening van het besparingspotentieel, Woon/Energie, Gouda, 1991.

De Groote W. en Verbruggen A., Elektriciteitsverbruik en -besparingsmogelijkheden in de sectoren, stem, België, 1992.

Statistische gegevens medegedeeld door de Belgische Petroleumfederatie, Watermaatschappijen, bfe, Electrabel, pro vzw binnen het Belgisch verpakkingsinstituut, Landbouweconomisch Instituuut, Staalinfocentrum, Verlipack, ovam, Belgian Aluminium Association (b.a.a.), Vereniging van de Belgische fabrikanten van Papierdeeg, Papier en Karton.

Begeleiders

P. Willems, CBGS

I. Aerts, Dialoog Werkgroep Technologie

IV.2A Landbouw

A. Grillet, G. Kerkhove, J. Feyen,
Instituut voor Land- en Waterbeheer, KUL

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Algemene benadering

Milieuverstoringen door de landbouwsector uiten zich meestal op verschillende vlakken, soms met elkaar versterkende gevolgen. Tabel 1 geeft het themaprofiel van de landbouwsector, met vermelding van de verantwoordelijke stoffen en hun aandeel in de emissies.

Tabel 1: Landbouw als veroorzaker van diverse milieuverstoringen: verantwoordelijke stoffen en aandeel in de emissies.

Thema	Verantwoordelijke stoffen	Aandeel in de emissies
Klimaatverandering	• methaan (CH_4)	• 74 %
	• lachgas (N_2O)	• 47 % (uit meststoffen en door natuurlijke denitrificatie)
Verzuring	• ammoniak (NH_3)	• 21 % (in totale emissie)
	• ammonium (NH_4^+)	• 32 % (in totale depositie)
Vermesting	• stikstof (N)	• 56 % (netto N- en P-belasting)
	• fosfor (P)	
	• kalium (K)	
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• bestrijdingsmiddelen	• 70 % in verbruik
	• zware metalen	
Afvalstoffen	• bedrijfsmatige mestoverschotten	• per mestsoort (in ton): rundvee: 797 000 kalveren: 260 000 slachtvarkens: 4 833 000 fokzeugen: 1 163 000 leghennen: 356 000 overige: 516 000
	• groenten, fruit, andere landbouwgewassen	
	• landbouwplastiek, rotswol, substraatprodukten	
	• krengen	
Oppervlaktewater-verontreiniging	• nitraten (NO_3^-)	41 % (naast huishoudens en industrie)
	• fosfaten (PO_4^{3-})	6 % (idem)

Grondwater-verontreiniging	• nitraten (NO_3^-)	
	• fosfaten (PO_4^{3-})	
	• chloride (Cl^-)	
Bodemverontreiniging	• fosfaten (PO_4^{3-})	
	• kalium (K^+)	
	• zware metalen: cadmium (Cd), ook koper (Cu), zink (Zn) en kwik (Hg)	20 %
Geurhinder	• ammoniak (NH_3)	lokaal
Verlies biodiversiteit	• bestrijdingsmiddelen	70 % in verbruik

Door de ammoniakemissie draagt de landbouw bij aan de *verzuring* (zie III.2A) en de *vermesting* (zie III.3) van het milieu. Ammoniak komt vrij bij het oppervlakkig uitspreiden van dierlijke mest op het land, vanuit stallen en opslagplaatsen van dierlijke mest, bij het weiden van vee, en bij het gebruik van ammoniumhoudende minerale meststoffen. De belangrijkste bron (± 50 %) van de ammoniakale emissie is de mengmest[1].

De landbouw is de oorzaak van aanzienlijke nutriëntenverliezen naar het oppervlakte- en grondwater toe (zie III.6). De ophoping van nitraten en fosfaten in het *oppervlaktewater* leidt tot eutrofiëring. Het aandeel van de landbouw in de belasting van het oppervlaktewater met stikstof is sterk afhankelijk van het beschouwde bekken en van de bemesting in het betreffende gebied. De hoofdbron voor de nitraattoevoer naar het *grondwater* is het gebruik van meststoffen. Nitraten zijn zeer oplosbaar in water en worden slechts in beperkte mate door de bodemdeeltjes vastgehouden. Het fosfaatbindend vermogen is voor de meeste gronden hoog, maar niet onbeperkt. Er is een toename in de mobiliteit van fosfor waarneembaar door verhoogde en herhaalde mengmesttoedieningen[2]. Kalium is minder mobiel dan stikstof en hecht zich vrij goed aan klei- en humusdeeltjes. Gevoelige bodems voor kali-uitspoeling zijn zandbodems met een laag humusgehalte. Een overdosering van kalium uit mest kan aanleiding geven tot uitspoeling naar het grondwater. Belangrijker echter zijn de nevenelementen chloriden en bromiden die via KCl en KBr als kaliummeststoffen in de bodem terecht komen. Chloride-ionen binden zich niet aan de bodemdeeltjes maar dragen wel bij tot de verzilting van het grondwater. De ophoping van bromide-ionen in de bodem is verwaarloosbaar[2].

Door het gebruik van *bestrijdingsmiddelen* zoals pesticiden, herbiciden, fungiciden en grondontsmettingsmiddelen draagt de landbouwsector bij tot de verspreiding van gevaarlijke stoffen (zie III.4). De voornaamste effecten zijn de vervuiling van het oppervlakte- en grondwater en de negatieve invloed op de biodiversiteit.

De *overschotten* van groente, fruit en andere landbouwgewassen zijn moeilijk te schatten. Ze worden meestal in de landbouw gevaloriseerd. Een gedeelte komt op stortplaatsen voor huishoudelijk afval terecht[3]. Een niet te onderschatten vorm van landbouwafvalstoffen is het dierlijke afval van gestorven vee. De gegevens over de produktie van andere afvalstoffen door de landbouwsector zijn afgeleid uit de jaarlijks geproduceerde afvalstromen:

- 8 000 ton landbouwplastiek voor het afdekken van bodem en voedersilo's;
- rotswol en andere substraatprodukten afkomstig van de intensieve glastuinbouw. Het areaal grondloze groenteteelt wordt voor 1989 in Vlaanderen geschat op 700 ha, wat jaarlijks zorgt voor een afvalberg van ongeveer 70 000 m^3 of zowat 2 000 ton[4].

Zware metalen accumuleren in de bodem tot ongewenste concentraties door gebruik van meststoffen of bodemverbeteringsmiddelen zoals kunstmest, dierlijke mest, zuive-

ringsslib, compost e.a.. De cadmiumaanvoer is voor 15 % afkomstig van het gebruik van fosfaatkunstmest en 5 % van dierlijk mest. De emissies van koper en zink in de landbouwsector komen voornamelijk vrij bij het uitspreiden van dierlijke mest. Varkensdrijfmest bevat gemiddeld 920 ppm zink en 575 ppm koper (uitgedrukt op droge stof). In gemeenten met een grote varkensdichtheid kan de jaarlijkse toevoer van koper en zink oplopen tot respectievelijk 1 kg/ha/jaar en 2 kg/ha/jaar.

De voornaamste oorzaken van *verdroging*[5] in Vlaanderen zijn: af- en ontwatering van landbouwgronden ten behoeve van intensief geïrrigeerde land- en tuinbouwteelten; waterhuishoudkundige ingrepen (meestal) ten behoeve van land- en bosbouw; en de verminderde infiltratie ten gevolge van verstedelijking.

Als gevolg van een wijziging van het waterregime (zoals bij verdroging) en het bodemgebruik kan er verslemping, verdichting en erosie van de bodem optreden. De belangrijkste oorzaken van *verslemping*[2] zijn het tekort aan organisch materiaal of humusgehalte in de bodem ten gevolge van het verminderde gebruik van organische meststoffen en groenbemesters, en de intensivering van de landbouwmechanisatie. Het humusgehalte in de toplaag bepaalt in belangrijke mate de bodematmosfeer, de bewerkbaarheid van de bodem en de stabiliteit van de bodemaggregaten. Er bestaat een omgekeerde relatie tussen het humusgehalte, de instabiliteit van de bodem en de graad van bodemverdichting. De oorzaken van *bodemverdichting* zijn het veelvuldig gebruik van zware machines en de plaatselijk te hoge veebezetting[3]. De indringdiepte is afhankelijk van de belasting, de grondsoort en het vochtgehalte. Door een combinatie van de hierboven vermelde processen kan in de Kempen en in de Zandleemstreek *wind- en regenerosie* op akkergronden optreden[3].

Vanwege het toenemend ruimtebeslag door de intensieve landbouwsector treedt er habitatfragmentatie op. Bovendien leidt de combinatie van de gevolgen van verzuring, vermesting en verdroging tot een kwalitatieve achteruitgang van de resterende habitats met onder meer een verschuiving naar meer algemene levensgemeenschappen. De landbouw draagt hierin bij enerzijds door organismen (vnl. ziekteverwekkers, soorten die als voedselconcurrent van de mens optreden) rechtstreeks te bestrijden en anderzijds door veranderingen in het leefmilieu te veroorzaken[2].

De bewuste bestrijding van bepaalde organismen kent nadelige invloeden op de populaties van andere dan de beoogde organismen, zowel de flora doch vooral de fauna. Eén van de meest bekende voorbeelden is de afname van de variatie van de akkeronkruiden. De *biodiversiteit* op perceelsniveau wordt door het gebruik van bestrijdingsmiddelen significant negatief beïnvloed. Ook binnen de landbouw valt er een daling aan soorten en een vermindering aan variëteiten en rassen binnen elke soort (bv. appels, rundveerassen) waar te nemen tengevolge van verdoorgedreven technologische ontwikkelingen.

1.2 | Geografische benadering

Door een overdruk te maken van enerzijds de agrarische gebieden volgens het Gewestplan[6] en anderzijds de drie soorten natuurgebieden uit het ontwerp Groene Hoofdstructuur[7] konden de gebieden geïdentificeerd worden waar de landbouwactiviteiten en het natuurbehoud elkaar overlappen. Wij beschouwen de Groene Hoofdstructuur als beste ruimtelijke inventaris van de nog resterende natuurwaarden. In de natuurkerngebieden (NKG) ligt het natuurbehoud prioritair. Voor de natuurontwikkelingsgebieden (NOG) daarentegen speelt de landbouw een belangrijker rol. De natuurverbindingsgebieden (NVG) beogen een verbinding tussen naastliggende NKG of NOG en het behoud van typische landschapselementen.

In tabel 2 worden de overlappingen cijfermatig en per provincie gegeven. Op het niveau van Vlaanderen heeft 6 % van het agrarisch gebied en 18 % van het niet-agrarisch gebied een NKG-functie.

Tabel 2: Overdruk agrarisch gebied - Groene Hoofdstructuur: kwantitatieve relatie landbouw/natuur (met NKG = natuurkerngebied, NOG = natuurontwikkelingsgebied en NVG = natuurverbindingsgebied).

	Limburg	Vlaams Brabant	Antwerpen	Oost-Vlaanderen	West-Vlaanderen	Vlaanderen
Oppervlakte (ha)	236 145	222 137	282 125	296 481	310 757	1 347 645
• agrarisch (%)	47,5	55,6	47,1	62,8	77,6	59,1
• niet-agrarisch (%)	52,5	44,4	52,9	37,2	22,4	40,9
Aandeel van agrarisch gebied met natuurfunctie						
• NKG (%)	14	4	6	5	4	6
• NOG (%)	21	15	13	18	15	16
• NVG (%)	27	19	7	19	12	16
Aandeel van niet-agrarisch gebied met natuurfunctie						
• NKG (%)	33	15	17	9	10	18
• NOG (%)	16	10	12	19	13	14
• NVG (%)	10	7	4	10	4	7

Bron: Digitale bestanden Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, bewerkt door Instituut voor Land- en Waterbeheer, 1994.

2 | Maatregelen

2.1 | Mogelijke maatregelen

De voorgestelde maatregelen moeten leiden tot een reductie van de bijdrage van de landbouw aan de milieuverstoringen. Hierbij moet een integrale en grensoverschrijdende verbetering van de milieukwaliteit centraal staan. Een verschuiving van de problemen naar andere sectoren zal echter niet veel oplossen, evenmin als het afwentelen van de verstoring van het ene gebied naar het andere. Derhalve zijn basiskwaliteitsdoelstellingen nodig voor alle thema's. Deze kwaliteitsdoelstellingen moeten omgezet worden in minimale normen, waarbij rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid dat een deel van de doelgroep deze normen als een 'verstoringsrecht' gaan beschouwen.

Efficiënte maatregelen verbeteren de kwaliteit van het milieu zoveel mogelijk op een zo kort mogelijke termijn tegen een zo laag mogelijke prijs. De maatregelen moeten daarom in de eerste plaats steunen op het aandeel van de landbouw in de verschillende milieuproblemen. Zo is vermesting een prioritair probleem. Maatregelen om de hoeveelheden fosfaten en nitraten in bodem, lucht en water te reduceren, mogen echter geen negatieve gevolgen hebben voor andere milieuthema's. Zo zou verwerking van naderhand (economisch en/of fysisch) niet-afzetbare mestoverschotten slechts een verschuiving betekenen van het thema vermesting naar het thema afvalstoffen. Daarom is een overzicht nodig van álle milieuproblemen waarbij de landbouw betrokken is, met de bijhorende mogelijke maatregelen.

Maatregelen moeten bovendien letten op het aandeel van de verschillende landbouwbedrijven in de milieuverstoringen. De doelgroep 'landbouw' moet dan ook verder worden gedifferentieerd. Bij vermesting bijvoorbeeld kan het ene landbouwbedrijf dierlijk mest voorbrengen als afval, terwijl voor een ander bedrijf mest nog nut heeft bij de bemesting op akkers.

Bij de opsomming van de maatregelen wordt een onderscheid gemaakt tussen curatieve en effectgerichte maatregelen (tabel 3), brongerichte maatregelen (tabel 4) en procesgeïntegreerde maatregelen (tabel 5). Bij twijfel over waar een maatregel thuishoort, geldt als ordeningsprincipe de minst 'optimistische' categorie (bijvoorbeeld bij twijfel tussen brongericht en effectgericht, wordt de maatregel gerangschikt onder effectgericht). Om herhalingen te vermijden verwijzen we zonodig naar andere thema's binnen dezelfde tabel.

Tabel 3: Curatieve en effectgerichte maatregelen.

Verstoring	Maatregel
Klimaatverandering	• gebruik van methaan als energiebron
Verzuring	• respecteren van afstand tussen bronnen van ammoniakemissie (stallen) en verzuringsgevoelige gebieden, bos- en natuurgebieden: de afstand is afhankelijk van de grootte van de stal (en de emissies) en de kwetsbaarheid van het omringende gebied • mineraaltoevoeging van calcium, magnesium en kalium; bekalking onder de beperkende voorwaarde dat dit niet leidt tot verhoogde uitspoeling van de voedingsstoffen • *zie ook Geurhinder*
Vermesting	• respecteren van weersomstandigheden en kwetsbaarheidstoestand van de bodem bij bemesting • kleinschalige waterzuivering • mestbewerking op bedrijfsniveau: nutriënten in meer geconcentreerde vorm omzetten (indikking, droging,...) • kleinschalige mestverwerking: zoeken naar technisch- economische optimale keuze en goede rangschikking van de verschillende procesonderdelen
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• fractionering van de toedieningen van bestrijdingsmiddelen (meerdere kleinere dosissen)
Afvalstoffen	• verwerking van de mest van niet grondgebonden of -verbonden intensieve veehouderijbedrijven • snel opruimen van kadavers van gestorven dieren
Oppervlaktewaterverontreiniging	• *zie Vermesting*
Grondwaterverontreiniging	• *zie Vermesting*
Bodemverontreiniging	• *zie Verzuring en Vermesting*
Bodemaantasting	• *zie Verdroging*
Geurhinder	• constructie van stallen en verbeteren van mestopslag • gebruik van biofilters • *zie ook Verzuring*
Verdroging	• waterconserveringswerken in gebieden en/of micro-zones die speciaal gevoelig zijn voor bodemaantasting en verdroging • inspelen op het voeding/verlies evenwicht van waterreserves • interne recyclage op het bedrijf door gescheiden opvang van regenwater en afvalwater
Versnippering Open Ruimte	• erfaanplantingen
Verlies biodiversiteit	• behoud en ontwikkeling van natuurlijke perceelsgrenzen (heggen, hagen, taluds, ...) • genenbanken aanleggen en herwaarderen van boerenkennis i.v.m. bedreigde gewasvariëteiten en dierenrassen

Tabel 4: Emissiebrongerichte maatregelen.

Verstoring	Maatregel
Klimaatverandering	• substitutie van mestvormen die veel methaan produceren door vaste mest
Verzuring	• oordeelkundige aanwending van dierlijke meststoffen via emissie-arme aanwendingstechnieken (voorbeeld injectie) en/of snel onderwerken • reductie van de ammoniakemissie door emissie-arme stallen en opslag
Vermesting	• verlaging van het mineraalgehalte van veevoeders • betere N en P benuttiging van voeders door meerfasevoedering, incorporeren van synthetische aminozuren, microbieel fytase-preparaat, enz. ('best technical means': minimale input per eenheid produkt) • bemesting volgens nutriëntenbehoefte van bodem en gewas • verbetering van de mineralenbalans op bedrijfsniveau (evenwicht tussen aan- en afvoer van mineralen, beperking van de verliezen)
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• verlaging van de dosissen van bestrijdingsmiddelen • beter opvolgen van de gewassen: verminderen van het preventief behandelen volgens een vast schema
Afvalstoffen	• verminderen van de afvalproduktie aan groenten en fruit • minder varkens en kippen per arbeidskracht, om opvolging te verbeteren en het sterftecijfer te drukken
Oppervlaktewater-verontreiniging	• *zie Vermesting*
Grondwaterverontreiniging	• verhinderen van accumulatie van nutriënten, zware metalen, persistente organische stoffen (pesticiden) in grondwater • *zie ook Vermesting en Verspreiding gevaarlijke stoffen*
Bodemverontreiniging	• *zie Vermesting, Verzuring en Grondwaterverontreiniging*
Bodemaantasting	• *zie Verdroging*
Geurhinder	• aanwenden van technieken voor stank-armere mest; • *zie ook Verzuring en Vermesting;*
Verdroging	• vermindering van het grondwaterverbruik door gebruik van: opgevangen regenwater voor het reinigingen van stallen, voersystemen die waterverspilling tegengaan; (opgespaard) oppervlakte- en regenwater voor beregening
Versnippering Open Ruimte	• prioriteit voor aanpassen en in gebruik houden van bestaande infrastructuur in plaats van constructie van nieuwe gebouwen
Verlies biodiversiteit	• extensivering van de landbouw in verwevingsgebieden • verminderen van de produktie en het gebruik van herbiciden • *zie ook Verspreiding gevaarlijke stoffen*

Tabel 5: Procesgeïntegreerde maatregelen.

Verstoring	Maatregel
Klimaatverandering	• reductie van methaanproduktie door de vermindering van de dierlijke mengmestproduktie via inkrimping van de veestapel • verhoging van de energie-efficiëntie van glastuinbouwbedrijven door energiedoorlichting en het opstarten van warmtekrachtinstallaties
Verzuring	• reductie van de ammoniakproduktie door de vermindering van de veestapel, en aldus de dierlijke mestproduktie • *zie ook Vermesting*
Vermesting	• substitutie van kunstmest door (eventueel verwerkte) dierlijke mest bij voederteelten, akkerbouw- en tuinbouwgewassen • afstemmen van de dierlijke mestproduktie op de nutriëntenbehoeften van de grond via grondgebonden en/of grondverbonden bedrijven • reductie van de kunstmeststoffenproduktie en -gebruik in akkerbouw, tuinbouw en op voederteelten • vermindering van de N P K-aanvoer via de reductie van de veestapel
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• substitutie van chemische bestrijdingsmiddelen (op voeder-, akkerbouw- en tuinbouwgewassen) door alternatieven (geïntegreerde of biologische teeltmethodes, ...) • het verbannen van de meest toxische, persistente en bio-accumuleerbare verbindingen
Afvalstoffen	• beperking van de produktiewijzen die veel dierlijk en/of plantaardig afval tot gevolg hebben
Oppervlaktewater-verontreiniging	• *zie Vermesting*
Grondwaterverontreiniging	• *zie Oppervlaktewaterverontreiniging*
Bodemverontreiniging	• verbod op kunstmeststoffen die cadmium bevatten • *zie ook Vermesting*
Bodemaantasting	• beperken gebruik van zware machines (vooral in de akkerbouw en de produktie van voedergewassen) • creëren en onderhouden van kleinschalige landschappen • *zie ook Verdroging*
Geurhinder	• *zie Verzuring en Vermesting;*
Verdroging	• rationeel watergebruik
Versnippering Open Ruimte	• bevorderen van grondgebonden landbouw als economische drager van open ruimte • grootschalige intensieve veehouderij beperken, en in geïndustrialiseerde landschappen plaatsen, op specifiek daartoe ingerichte terreinen met gemeenschappelijke nutsvoorzieningen • concentreren van grootschalige intensieve glastuinbouw in reeds bestaande daartoe ingerichte zones, of in geïndustrialiseerde landschappen op terreinen met de nodige nutsvoorzieningen
Verlies biodiversiteit	• zeldzaam wordende dier- en plantesoorten, gewasvariëteiten en dierlijke rassen in produktie houden en vermeerderen (in gespecialiseerde bedrijven) • behoud en ontwikkeling van natuurlijke perceelsgrenzen • *zie ook Verspreiding gevaarlijke stoffen en Verdroging*

2.2 | Middelen

Als uitgangspunt bij het nemen van milieumaatregelen in de landbouwsector kan worden voorgesteld dat *de sector zelf de verantwoordelijkheid* dient te nemen voor het oplossen van de milieuproblemen. Op die manier is het mogelijk over te schakelen van middelenvoorschriften naar doelvoorschriften waaraan landbouwers ieder op hun manier dienen te voldoen. De landbouwsector zal zelf met plannen moeten komen voor het aanpakken van de problemen. Hierdoor zal het landbouwbeleid veel beter aansluiten bij de belevingswereld van de landbouwers. Voor de uitvoering van de plannen kan de overheid de randvoorwaarden scheppen en waar nodig instrumenten inzetten. De uitvoering zelf dient ook zoveel mogelijk bij de landbouwsector zelf te liggen. De vraag hierbij is natuurlijk welke actoren uit de landbouwsector zullen meespreken over de uitvoering van het beleid.

Een tweede uitgangspunt is de uitwerking van een *gebiedsgericht beleid*. Bepaalde landbouw-milieuthema's (bestrijdingsmiddelen, verdroging, vermesting, verzuring) manifesteren zich op een lokaal of regionaal niveau. Het verhogen van het draagvlak voor streekeigen oplossingen en de verinnerlijking via dialoog tussen landbouwers, milieuorganisaties en overheid kan leiden tot algemeen aanvaarde oplossingen 'op maat' van de milieuproblemen. Tevens is het mogelijk op die manier het milieubeleid in samenhang met een regionale plattelandsontwikkeling en -inrichting te beschouwen evenals de bescherming van natuurgebieden effectiever aan te pakken.

Instrumenten

Tabel 6 geeft een beknopte inventaris van bestaande (of reeds ter tafel liggende) juridische instrumenten[8].

Door de invoering van een vestigingsbeleid, gekoppeld aan een volumebeleid kan het aantal dieren (en daaruit voortvloeiend de hoeveelheid geproduceerde mest) dat gehouden mag worden, vastgelegd worden. Dit kan op Vlaams niveau, op lagere administratieve niveaus (provincie, arrondissement, gemeente) op bedrijfsniveau.

Een regulerend stelsel van financiële prikkels (heffingen en subsidies) kan tevens een bijdrage leveren aan de vermindering van de mineralenuitstoot naar het milieu.

Als instrument is *landbouwvoorlichting en -scholing* heel belangrijk. Hierbij is het belangrijk dat de praktijkprojecten afgestemd zijn op het waarborgen van de betrokkenheid van de landbouwers en dat ze geïntroduceerd worden op bedrijfsniveau. De ontwikkeling van *bedrijfsinterne milieuzorgsystemen* in de landbouw beoogt een managementinstrument te creëren waarbij milieu-aspecten (mineralen, bestrijdingsmiddelen, energie) worden betrokken in de bedrijfsvoering. Een nieuw instrument dat binnen de landbouwsector kan worden gestimuleerd is de *'cross-compliance'*, het verbinden van milieuvoorwaarden aan het verlenen van inkomenssteun aan de landbouwers. Beheersovereenkomsten zijn hiervan een eerste voorbeeld.

Wat betreft het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan met behulp van voorlichting (het juiste produkt op de juiste manier gebruiken) worden ingespeeld op het verantwoordelijkheidsgevoel van de betrokkenen. Voorbeelden hiervan zijn het opstellen van waarnemings- en waarschuwingssystemen om het meest gepaste tijdstip van toepassing te bepalen. Een specifiek voorlichtingsprogramma naar landbouwers in verband met verpakkingsafval van bestrijdingsmiddelen dient te worden uitgewerkt[10]. Verder kan ook het ontwerpen van een statiegeldsysteeem voor verpakkingen en resten van bestrijdingsmiddelen en het instellen van heffingen voor bepaalde produkten kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen reguleren.

Naast het uitwerken van voorwaarden waaraan waterbeheersingswerken moeten voldoen, kunnen ook financieel instrumenten gebruikt worden om de gewenste vermindering van het grondwatergebruik te realiseren.

Tabel 6: Juridische instrumenten.

Verstoring	Middelen en juridische instrumenten
Klimaatverandering	• Luchtkwaliteitsdoelstellingen in VLAREM I en II, inclusief voorstellen van milieuheffingen op emissies van broeikasgassen
Verzuring	• Afstandsnormen VLAREM II (01.01.93) • Afstandsnormen t.o.v. verzuringsgevoelige gebieden (cfr. hinderwet Nederland) • Mestdecreet (23.01.91); • Mestactieplan (29.09.93)
Vernesting	• Invoering van mineralenboekhouding op bedrijfsniveau
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• K.B. (25.07.85) en (05.11.91) betreffende het gebruik van bestrijdingsmiddelen en grondstoffen in landbouw, tuinbouw, bosbouw en veeteelt
Afvalstoffen	• Decreet (02.07.81) betreffende het beheer van afvalstoffen: verplichting voor verwijdering van landbouwafvalstoffen en dierlijk afval • Afvalstoffenvergunning VLAREM I (01.09.91)
Oppervlaktewaterverontreiniging	• Wet (24.05.83) betreffende de kwaliteitsobjectieven van het oppervlaktewater • Wet (26.03.71) ter bescherming van oppervlaktewateren • Lozingsvergunning VLAREM I en II
Grondwaterverontreiniging	• Decreet (24.01.84) betreffende de maatregelen inzake grondwaterbeheer • Mestdecreet (23.01.91) en Mestactieplan tegen verontreiniging door meststoffen
Bodemverontreiniging	• Milieuvergunning VLAREM I (01.09.91) en II (01.01.93): bodemkwaliteitsdoelstellingen
Bodemaantasting	• Ruilverkavelingswet (11.08.78)
Geurhinder	• *zie Verzuring*
Verdroging	Voorstellen ter vermindering van het grondwaterverbruik (Natuurreservaten v.z.w.[5]): • het schaarse nog schone grondwater verdelen tussen alle gebruikers via een integraal waterbeheer • bekkenbeleid met de realisatie van integraal waterbeheer • premies voor waterbesparende investeringen en een verhoogde progressieve heffing van het watergebruik • strengere controle van particulier oppompen van grondwater ten behoeve van de varkenshouderij en de hydrocultuur
Versnippering Open Ruimte	• zie het ontwerp van de Groene Hoofdstructuur[7]en het Structuurplan Vlaanderen[9]
Verlies biodiversiteit	• Beschermde dieren K.B. 22.09.80 • Beschermde planten K.B. 16.02.76 • Vogelbescherming K.B. 09.09.81 • Vegetatiebesluit • K.B. 19.11.87 voor de bestrijding van dieren en planten in het raam van de landbouw (gewasbescherming)

Knelpunten

Een knelpunt is dat bij thema's met een fysieke vertragingsfactor (*naijling* bij uitspoeling van voedingsstoffen en bestrijdingsmiddelen) de realisatie van emissiereductiedoelstellingen pas veel later leidt tot de gewenste milieukwaliteit. Hierdoor kunnen de functies in het landelijk gebied nog lange tijd schade ondervinden.

Een tweede knelpunt is het feit dat de landbouwsector pas recent daadwerkelijk met de milieuproblematiek werd geconfronteerd. De bereidheid om de ernst, de omvang en de gevolgen van bepaalde milieuproblemen te aanvaarden, is nog laag. Het waarschuwingseffect, dat het meestal wel doet in andere sectoren is door de conservatievere houding ook minder uitgesproken in de landbouwsector[10].

In het landbouwmilieubeleid wordt sterk gebruik gemaakt van generieke, voor iedereen geldende maatregelen. Als gevolg van dit generieke beleid worden bepaalde kansen gemist[11]. In de praktijk blijken er immers opmerkelijke verschillen te bestaan tussen de landbouwers onderling. Deze verschillen uiten zich in de eerste plaats tussen de verschillende produktierichtingen. Binnen deze produktierichtingen is onder meer de manier waarop de landbouwproduktie plaats vindt (o.a. vrij ondernemerschap, contractteelt) en de grootte van de bedrijven bepalend voor de perceptie van de milieuproblemen. Een tweede verschilpunt uit zich in de mate waarin de landbouwers bereid zijn milieuvriendelijke maatregelen te nemen, in de stijl van de bedrijfsvoering en in de verschillende toekomstperspectieven die de landbouwers voor hun bedrijf zien.

Alternatieve landbouwvormen

Geïntegreerde landbouw. De ontwikkeling van prototypebedrijven voor akkerbouw en melkveehouderij is een eerste aanzet. Aanpassingen op bedrijfsniveau bestaan uit maatregelen die hierboven onder 'vermesting' en 'bestrijdingsmiddelen' beschreven zijn. Het is ook zinvol om voor de groenteteelt en de boomteelt studiegroepen te vormen om kennisuitwisseling rond onderwerpen als mineralenuitspoeling en bestrijdingsmiddelen te bevorderen.

Biologische landbouw. Een stimuleringsplan voor biologische landbouw in bepaalde gebieden (zoals beschermingszones van waterwingebieden, bufferzones van natuurgebieden) heeft positieve milieugevolgen. Verder is ook voorlichting in verband met en beloning van landbouwbedrijven die beter presteren dan vooropgestelde normen een mogelijkheid.

Natuur- en landschapsbeheer. Er moeten gebiedsgerichte beheersprogramma's opgesteld worden waarin de zorg voor kwetsbare ecosystemen en duurzame landbouw worden geïntegreerd met aangepaste technieken. Hierbij is overleg tussen de verschillende belangengroepen noodzakelijk[12]. Verder kan een Plan Beheerslandbouw, waarbij met de landbouwer op een vrijwillige basis beperkingen op de landbouwuitbating worden afgesproken, uitgewerkt worden. Het systeem voor langdurige braaklegging in het kader van de hervorming van het GLB dient ook in Vlaanderen operationeel te worden gemaakt.

Doelgroepen binnen de landbouw

Het gebrek aan verfijnder inzicht omtrent (differentiële) milieudruk op bedrijfsniveau, en de specifieke mechanismen die daaraan ten grondslag liggen, zijn de voornaamste kennislacunes bij het zoeken naar maatregelen om de milieuverstoringen te reduceren. Nadere afbakening van doelgroepen binnen de Vlaamse landbouw, en bijpassende maatregelen zal noodgedwongen via gebiedsgericht empirisch onderzoek moeten tot stand komen. Daarbij zouden een typologie van de bestaande bedrijven, het in kaart brengen van verschillende ontwikkelingsmodellen, en daarop gebaseerde,

alternatieve toekomstscenario's centraal moeten staan, die antwoord geven op drie vragen tegelijk:

- Zijn een toenemende verweving van landbouwproduktie met de industrie aan aan- voer- en afzetzijde, schaalvergroting en specialisatie noodzakelijke voorwaarden om aan economisch rendabele landbouw te doen ? M.a.w. hoe bouwt men telkens het inkomen op, is er zicht op continuïteit ?
- Wat is de (differentiële) bijdrage van het bedrijfstype aan de milieudruk (zie de verschillende verstoringen)?
- In welke mate is landbouw (en/of tuinbouw)produktie gegeven het bedrijfstype combineerbaar met natuur- en landschapsontwikkeling?

Referenties

1 Mestbank, Mestactieplan, Vlaamse Landmaatschappij, Brussel, 1993.

2 De Coster M., Milieuzorg in de landbouw, Monografieën, Stichting Leefmilieu v.z.w, Brussel, 1989.

3 Kelchtermans T., MINA Plan 2000: analyse en voorstellen voor een vernieuwd Vlaams milieu- en natuurbeleid, Ministerie van Leefmilieu, Natuurbehoud en landinrichting, Brussel, 1989.

4 Benoit F., *Het Ingenieursblad*, 4 (1990), 43.

5 Goeteyn L., Rutten J., Verdroging in Vlaanderen: Meer dan een lokaal milieuprobleem, Bond Beter Leefmilieu & Natuurreservaten v.z.w., Brussel, 1991.

6 Feyen J., Steenberghen T., Van Naelten N., Een ruimtelijke databank voor het Structuurplan Vlaanderen, Ministerie van Openbare Werken, Ruimtelijke Ordening en Binnenlandse Aangelegenheden, Plangroep, Brussel, 1993.

7 Denteneer A., De Groene Hoofdstuctuur, Ministerie van Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Dienst Natuurbescherming, Brussel, 1993.

8 De Pue E., Lavrysen L., Stryckens P., Milieuzakboekje, Centrum voor Natuurbeschermingseducatie v.z.w., Kluwer Rechtswetenschappen, Brussel, 1993.

9 Albrechts L., Vermeersch C., Structuurplan Vlaanderen, Gewenste Ruimtelijke Structuur, Verdiepingsrapport, Ministerie van Openbare Werken, Ruimtelijke Ordening en Binnenlandse Aangelegenheden, Plangroep, Brussel, 1993.

10 Lauwers L., Een bedrijfsmatige probleemverkenning van de mestoverschotten in het Vlaamse gewest. LEI-publikaties nr 532, studies nr 41, Brussel, 1991.

11 LNV, LNV Milieubeleid, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Den Haag, 1993.

12 Riemens A.J. Duurzame akkerbouw van proefbedrijf naar praktijk. Verhandelingen van de Fac. Landbouw en Toegepaste biologische wetenschappen, RUG, 33 (1993), 7.

13 MiNa-raad. Agenda 21 - Suggesties voor toepassing in België en Vlaanderen, Brussel, 1993.

Begeleider-auteur

D. Van Gijseghem, VLM

Begeleiders

J.-P. De Leener, Vlaams Agrarisch Centrum

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

N. Lust, Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG

IV.2B Bosbouw

D. Van Den Meersschaut, N. Lust,
Vakgroep Bos- en Waterbeheer, RUG

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

Meer dan 75 % van het Vlaamse bosareaal verkeert in een verregaande staat van chemische en biologische bodemarmoede[1]. Daarnaast wordt ook de fysische kwaliteit van deze bodems sterk aangetast. Deze toestand is vooral een gevolg van de slechte boomsoortenkeuze en de verzurende atmosferische deposities uit andere sectoren.

1.1 | Verstoringen veroorzaakt door de eigen sector

De bosbouwsector oefent alleen al door de aanwezigheid van bos, een positieve invloed uit op het milieu en de natuur. Nochtans bestaan er een aantal activiteiten in de bosbouw die de natuurwaarde en de stabiliteit van het bos kunnen aantasten.

Chemische bodemdegradatie

Exploitatie in bosecosystemen gaat gepaard met de verwijdering van kationen (magnesium, calcium, kalium, fosfor, e.a.) en een tijdelijk versnelde mineralisatie wat kan leiden tot verarming en verzuring van de bosbodem. Echt nefaste gevolgen treden op door kaalslag over relatief grote oppervlakten en door totale afvoer van de boombiomassa ('total tree use'). Indien kaalslagen elkaar op relatief korte termijn opvolgen, kan de schade onherstelbaar zijn. Dergelijke praktijken komen in Vlaanderen echter niet meer voor.

Boomsoorten hebben, door het verschil in kwantiteit en kwaliteit van hun strooisel, een typisch effect op de chemische kenmerken van de bodem. Soorten met traag afbreekbaar strooisel, hoofdzakelijk naaldbomen, leiden tot verzuring. Dit verzurend effect is voor de meeste soorten bovendien sterk afhankelijk van de standplaats en van de bedrijfsvoering. De keuze van de boomsoorten zelf en de keuze in functie van de standplaats is daarom heel belangrijk om verzuring van de bodem te voorkomen of te beperken.

Biologische bodemdegradatie

De biologische bodemactiviteit in bossen wordt niet alleen bepaald door de dichtheid van het bos en de bedrijfstijd maar ook door de boomsoorten en de bodem. In dichte bossen wordt de biologische bodemactiviteit geremd door gebrek aan licht. Ook de vervanging van loofbomen door naaldbomen veroorzaakt een geringere biologische bodemactiviteit, doordat de microflora en de bodemfauna verandert. Afhankelijk van de bodem werken sommige soorten zoals de grove den zowel bodemverbeterend (op arme gronden) als bodemdegraderend (op rijke gronden). Tenslotte kan homogeni-

teit, vooral van soorten, bijdragen tot de degradatie van de bodem.

Fysische bodemdegradatie

Bodemverdichting, als gevolg van ondeskundige bosexploitatie en slechte boomsoortenkeuze, gaat gepaard met een verminderde verluchting van de bodem en met een daling van de biologische bodemactiviteit. Uiteindelijk verarmt het gehele bosecosysteem waardoor de produktiecapaciteit van de standplaats daalt. Bovendien wordt de natuurlijke verjonging sterk bemoeilijkt.

Bodemverdichting wordt veroorzaakt door de steeds zwaardere machines en het gedrag van de bosexploitanten waarbij door de lage exploitatieprijzen de kwantiteit primeert boven de kwaliteit.

Boomsoorten beïnvloeden de bosbodem hoofdzakelijk via het strooisel. Bij een vertraagde afbraak van het strooisel ontstaan wateroplosbare organische zuren die neerwaarts migreren, ijzer en aluminium uitspoelen en zo de bodemstructuur aantasten. Het onderlinge verschil in invloed die verschillende soorten uitoefenen op de bodemfysische eigenschappen kan groot zijn[1]. Daarom draagt een slechte boomsoortenkeuze bij tot de verdichting van de bodem.

Door ondeskundige bedrijfsvoering kan het bos onbewust in een chemische-, biologische- en fysische bodemdegradatiespiraal gebracht worden, die uiteindelijk kan leiden tot een irreversibel verlies van de bodemvruchtbaarheid.

Verlies van biodiversiteit

Homogeniteit in de bosbouw is de belangrijkste oorzaak van het verlies aan floristische- en faunistische diversiteit. Ook typische bosgezelschappen gaan hierdoor vaak verloren. Exploitatie met zware machines leidt naast bodemverdichting ook vaak tot verwoesting van de strooisellaag en van de bovenste bodemlagen. Hierdoor wordt de bodemfauna vernietigd en kunnen zeldzame flora-elementen verloren gaan. Bebossing van waardevolle valleigebieden en de daarmee gepaard gaande voorbereidende werken, zoals diepe drainage, vormen een bedreiging voor de typische vochtminnende flora en voor weide-, water- en moerasvogels (verdroging). De relatief korte bedrijfstijden beperken de ontwikkeling van soorten die voornamelijk voorkomen in rijpe bossen. Door de afwezigheid van zwaar dood hout wordt het voortbestaan van allerlei soorten lagere planten, insekten en vogels in gevaar gebracht. Ook de grote bosversnippering beperkt het aantal soorten door een geringe emigratiecapaciteit van bepaalde planten en dieren.

Verspreiding van gevaarlijke stoffen

De verspreiding van gevaarlijke stoffen is in de bosbouw zeer gering en in hoofdzaak beperkt tot het eenmalig gebruik van biociden bij herbebossing, de verbranding van fossiele brandstoffen bij exploitatie en onrechtstreeks via de import van lood door de jacht. Deze hoeveelheden zijn echter verwaarloosbaar ten opzichte van de import van stoffen van buitenaf in het bosecosysteem.

1.2 | Verstoringen en bedreigingen van het bos veroorzaakt door externe sectoren

Nog steeds gaan Vlaamse bossen verloren door verstedelijking, industrieterreinen, landbouw, golfbanen en andere recreatievoorzieningen. Bossen zijn het meest bedreigd in de bosrijkste provincies zoals Limburg (989 ha bedreigd) en Antwerpen (313 ha bedreigd)[2].

De huidige gezondheidstoestand van het Vlaamse bos wordt bedreigd door de luchtverontreiniging. De belangrijkste luchtverontreinigende stoffen zijn: zwaveldioxide, stikstofoxiden, ammonium, ozon, zware metalen zoals lood, cadmium, zink, ijzer,

kwikzilver en waterstoffluoride. Vlaamse en buitenlandse onderzoeksresultaten kunnen geen direct verband aantonen tussen luchtverontreiniging en bosvitaliteitsvermindering. Luchtverontreiniging zou echter wel een belangrijke rol spelen in het complex van biotische en abiotische factoren die de gezondheidstoestand van het bos bedreigen, vooral via een indirecte beïnvloeding van de bodemprocessen (verzuring). Fenomenen van bossterfte, zoals in bepaalde gebieden van Oost-Europa, komen in Vlaanderen niet voor. Opmerkelijk is echter wel de recente 'eikensterfte' (d.i. vitaliteitsverlies bij vooral de zomereik met dodelijke gevolgen voor de boom), waarvan de oorzaken nog onduidelijk zijn, en de vitaliteitsvermindering bij de Corsicaanse den waarbij een duidelijk verband aangetoond werd met de stikstoftoevoer[3].

Verhoging van de atmosferische CO_2-concentratie zal zowel een directe als een indirecte invloed - via klimaatverandering - op het bosecosysteem uitoefenen. De directe invloed van een CO_2-stijging voor bladeren en individuele planten uit zich onder meer in een stijging van de netto primaire produktie. Uitbreiding van deze bevindingen naar een volledige plantengemeenschap, zoals een bosecosysteem, kon tot nu toe nog niet worden aangetoond. Correcte voorspellingen over de indirecte invloed via klimaatveranderingen op de verspreiding, de samenstelling en de produktiviteit van bosecosystemen zijn ook nog steeds niet voorhanden. Het blijft dan ook een open vraag hoe het Vlaamse bos en de Vlaamse bosbouw op een toekomstige CO_2-stijging zal reageren.

Daling van het grondwaterpeil heeft enerzijds geleid tot verbeterde groeivoorwaarden zoals bij drainage van waterrijke gronden voor populieraanplantingen, maar anderzijds bij sterke wijzigingen, ook tot een kwaliteitsverlies en een verhoogde kwetsbaarheid van de bossen. Zo zal een tekort aan water de concurrentie tussen de soorten van de bosbiotoop verhogen, de groeikracht van de bomen verminderen en ze in een verhoogde stress-toestand brengen waardoor de gevoeligheid voor ziekten stijgt.

In Vlaanderen is het gevaar voor bosbranden het grootst in de periode maart-april-mei. De oorzaken van bosbranden zijn voor 70 % onbekend. Van de bekende oorzaken komen - naast toevallige oorzaken zoals blikseminslag, spoorwegen en uitlaten van auto's - vandalisme, pyromanie, recreatie en het gebruik van vuur bij bos- en landbouwwerkzaamheden op de eerste plaats. Bosbranden situeren zich bijna uitsluitend in de Kempische naaldboombestanden en leiden niet alleen tot boomvernietiging maar ook tot een globale degradatie van het bosecosysteem door schade aan fauna en flora en door secundaire aantastingen zoals schimmels en insekten[4].

In Vlaanderen is er slechts 35 m^2 opengesteld bos per inwoner beschikbaar terwijl over het algemeen 100 m^2 als norm wordt aangenomen. Dit betekent dat er in Vlaanderen, ten behoeve van de bosrecreatie, in totaal 36 044 ha opengesteld bos tekort is. Limburg is de enige provincie met voldoende opengestelde bossen (109 m^2). Oost-Vlaanderen heeft met 12 m^2 opengesteld bos per inwoner het grootste tekort, gevolgd door West-Vlaanderen (20 m^2) en Antwerpen (25 m^2). Brabant houdt het midden met 56 m^2 per inwoner. De huidige bosrecreatie overschrijdt de biologische, technische en psychologische draagkracht van de Vlaamse bossen. Deze zware recreatieve overdruk beperkt de andere bosfuncties en leidt tot verarming van het bosecosysteem[5].

2 | Maatregelen

2.1 | Doelstellingen

Bosbehoud

Het huidig Vlaamse bosareaal is veel te klein om de functies die aan het bos gesteld worden, te kunnen vervullen. Elke toekomstige ontbossing is daarom maatschappelijk onaanvaardbaar. Het Vlaamse bosbeleid heeft als primaire doelstelling de bestaande bosoppervlakten te behouden.

Bosbescherming

De Vlaamse bossen zijn kwetsbaar door hun samenstelling en door hun leeftijdsverdeling. Ze worden bovendien bedreigd door allerlei externe factoren zoals luchtverontreiniging, wijzigingen in de grondwaterstand, versnippering en recreatie. Het Vlaamse bosbeleid is gericht op het veilig stellen van de kwaliteit van het Vlaamse bosareaal door enerzijds gepaste bosbeheersmaatregelen te treffen en anderzijds typische bosgezelschappen te beschermen.

Bosuitbreiding

In het kader van de internationale bosproblematiek en als gevolg van het grote tekort aan bos in Vlaanderen streeft het Vlaamse bosbeleid naar bosuitbreiding op voorwaarde dat dit op een planologisch en ecologisch verantwoorde manier gebeurt en er rekening gehouden wordt met de ruimtelijke spreiding van de verschillende bosfuncties en de specifieke omgevingsmogelijkheden.

Biodiversiteit en stabiliteit

Het Vlaamse bosbeleid stelt zich tot doel de biodiversiteit en de stabiliteit van het Vlaamse bosbestand te vergroten door bijvoorbeeld natuurgetrouwe bosbouw te stimuleren en de bestaande homogene boscomplexen om te vormen tot hoogwaardige bostypes.

Duurzaamheid

Het Vlaamse bosbeleid is gebaseerd op het duurzaamheidsprincipe waarbij zowel de houtproduktie als het bosecosysteem zelf op lange termijn veilig worden gesteld. Dit betekent concreet dat geen enkele vorm van bosgebruik mag resulteren in degradatie, waardevermindering of vernietiging van het Vlaamse bos.

Multifunctionaliteit

Gezien de beperkte bosoppervlakte, de hoge bevolkingsdichtheid en de maatschappelijke eisen die aan het Vlaamse bos worden gesteld, streeft het Vlaamse bosbeleid naar een multifunctioneel gebruik van het bos.

2.2 | Juridisch instrumentarium

Hier volgt een overzicht van de belangrijkste bestaande wetgeving die geheel of gedeeltelijk betrekking heeft op het bos:

- delen van het Boswetboek van 19 december 1854;
- het Veldwetboek van 7 oktober 1886;
- Wet van 7 augustus 1931 op het behoud van monumenten en landschappen;
- Wet van 29 maart 1962 houdende organisatie van de ruimtelijke ordening en de stedebouw;
- Pachtwet van 4 november 1969, gewijzigd door de wet van 7 november 1988 betreffende de pacht en de beperking van de pachtprijzen;

- Koninklijk Besluit van 28 december 1972 betreffende de inrichting en de toepassing van de ontwerp-gewestplannen en de gewestplannen;
- Wet van 12 juli 1973 op het natuurbehoud;
- Besluit van de Vlaamse Executieve van 4 december 1991 voor de wijziging van de vegetatie en van landschapselementen;
- het Bosdecreet van 13 juni 1990.

Met het Bosdecreet van 13 juni 1990 werd Vlaanderen voorzien van een kaderdecreet betreffende het bos en de bosbouw, ter vervanging van het Boswetboek van 19 december 1854 dat evenwel nog van toepassing blijft voor wat de rechtspleging betreft.

Het Bosdecreet brengt ten opzichte van het Boswetboek drie soorten van wijzigingen aan:

- de toepassing van de reglementering wordt uitgebreid tot alle bossen;
- de bosfuncties worden erkend, gevaloriseerd en gereglementeerd;
- de bosbescherming en het bosbehoud worden aan de hedendaagse situatie aangepast.

Niettemin bevat het Bosdecreet een aantal betwistbare regelingen waarvan de belangrijkste hierna weergegeven worden:

- tijdelijke aanplantingen met boomsoorten volgens de EU-verordeningen tot het uit de produktie nemen van landbouwgronden vallen niet onder het Bosdecreet (artikel 3);
- bosuitbreiding wordt bemoeilijkt door de noodzaak voor een eensluidend advies van de landbouwkundig ingenieur van de Dienst Landbouw (de huidige Dienst Ordening van het Platteland) en van de bevoegde ambtenaar van het Bosbeheer (artikel 87);
- een hele reeks voorschriften zijn niet strafrechtelijk vervolgbaar.

2.3 | Maatregelen voor oplossen van problemen veroorzaakt door de eigen sector

Terreinmaatregelen

Bodemverdichting en bodemverwoesting als gevolg van ondeskundige bosexploitatie kunnen in alle bossen gereduceerd worden door het opleggen van strengere voorwaarden in de lastenboeken voor bosexploitatie in combinatie met beter geschoold en gemotiveerd personeel. Daarnaast moeten beperkingen voor exploitatietijdstippen (alleen in droge periodes en niet van 15 maart t.e.m. 15 juli ter bescherming van broedende vogels en typische plantenelementen) en machines (stimulering van paard en lier) vastgelegd worden, en moeten er vaste ruimingswegen gebruikt worden.

De bebossing van waterrijke gronden vereist meestal de aanleg van een afwateringssysteem. Hierdoor kan evenwel een algemene verdroging ontstaan die de natuurwaarde van deze gebieden sterk aantast. Drainage en eventueel wegenaanleg zijn bovendien ook duur, zodat het de vraag is of bebossing dan nog wel rendabel is. Bebossing van waterrijke gebieden kan slechts gebeuren na een sterke afweging van alle gevolgen. Indien de bebossing verantwoord is, moeten geschikte soorten (bv. wilg en els) en systemen (bv. hakhout en spontane ontwikkeling) gebruikt worden.

De domeinbossen en de andere openbare bossen moeten een vooraanstaande rol spelen bij de accentuering van de ecologische functie van het Vlaamse bos. Hierbij moet het bosbeleid hoofdzakelijk afgestemd worden op de principes van het natuurgetrouwe bosbeheer. Ook bij de privé-boseigenaars, voor wie de economische functie vaak primeert, moet een natuurgetrouwe bosbouw aangemoedigd worden. Uit studies in Nederland, Duitsland en Zwitserland blijkt dat een natuurgetrouw beheerd bos niet minder opbrengt als een vlaksgewijs (= kaalslag) beheerd bos. De privé-eigenaars

zouden hierover moeten worden voorgelicht. Ook zouden ze ervan op de hoogte moeten worden gebracht dat een natuurgetrouw beheerd bos globaal gezien lagere kosten en minder lasten met zich mee kan brengen vanwege bijvoorbeeld de langere bedrijfstijden en de natuurlijke verjonging.

In Vlaanderen zal tegen eind 1994 door het Bosbeheer een uitgebreid netwerk aan bosreservaten worden uitgewerkt. In eerste instantie komen hiervoor de domeinbossen en de andere openbare bossen in aanmerking. Uiteindelijk moet, naast geleide bosreservaten waar een aangepast beheer mogelijk is, gestreefd worden naar een oppervlakte aan integraal bosreservaat (waar geen intern beheer gebeurt) van 5 % van het totale Vlaamse bosareaal[5]. Het is bovendien beter het onderscheid tussen 'natuurreservaten in de bossfeer' en bosreservaten op te heffen.

In de domeinbossen en de andere openbare bossen moeten de homogene gelijkjarige dennen-, beuken- en populierenbossen zoveel mogelijk omgevormd worden tot hoogwaardige bostypes, gekenmerkt door ongelijkjarigheid, ongelijkvormigheid, een hoge biodiversiteit, natuurlijke verjonging, rijpheid van de bestanden, langere bedrijfstijden en een belangrijke hoeveelheid dood hout. Standplaatsongeschikte exoten worden daarbij vervangen door aangepaste boomsoorten, bij voorkeur inheemse. Kaalslagsystemen worden vervangen door groepsgewijze verjongingsmethoden (femelslag).

De populierenaanplantingen in Vlaanderen zijn omwille van economische redenen zeer geliefd bij de privé-boseigenaars maar worden dikwijls geassocieerd met een lage natuurwaarde. Populierenaanplantingen kenmerken zich vaak door een soortenarme kruidvegetatie, verdrogende effecten en bodemdegradatie. Deze aspecten zijn echter niet populierspecifiek. De natuurwaarde van populierenbossen kan in belangrijke mate verhoogd worden door het vermijden van een sterke drainage, het toepassen van een milieuvriendelijke exploitatie en de aanleg van een onderetage met standplaatsgeschikte inheemse boomsoorten[6]. Een 40 jaar oud populierenbos met een struiklaag benadert bijna de natuurlijke vogelrijkdom van een min of meer natuurlijk eikenbos. Deze struiklaag biedt door een aangepast hakhoutbeheer naast ecologische ook financiële voordelen door de verkoop van het hakhout. Voor de aanleg ervan worden via het uitvoeringsbesluit van 29 april 1991 betreffende de subsidieregeling, extra subsidies voorzien.

Exoten zoals de Corsicaanse den kunnen een positieve bijdrage leveren aan de bosbouwsector en zijn gebruikers. De negatieve gevolgen voor de natuur door het gebruik van exoten worden te vaak veralgemeend. Veel is afhankelijk van de bodem, de structuur en de bestandsopbouw. Voor de privé-boseigenaars spelen vele exoten door hun snelle groei een financieel doorslaggevende rol. Het gebruik van exoten volledig bannen uit het bosbedrijf is daarom moeilijk te verantwoorden. Exoten worden vaak geassocieerd met homogene bosbestanden. Het doorbreken van deze vorm van bedrijfsvoering ten voordele van meer groepsgewijze gemengde structuren moet bij de privé-boseigenaars gestimuleerd worden. De exoten zelf moeten dus niet verboden worden, maar hun gebruik en beheer moeten op een verantwoorde wijze gebeuren.

Bosgroepering tussen privé-boseigenaars onderling en tussen privé- en openbare boseigenaars moet gestimuleerd worden. Bosgroeperingen kunnen de versnippering op het vlak van bosbeheer sterk beperken. Bovendien zorgt bosgroepering voor een regelmatig aanbod van bosprodukten in een streek. Bosgroepering is met behulp van het daaruit voortvloeiend gemeenschappelijk beheersplan een ideaal instrument om homogene bestanden naar gemengde structuren om te vormen en oordeelkundige bosexploitatie te stimuleren. Het Bosdecreet en het overeenkomstig uitvoeringsbesluit moedigen bosgroepering via subsidies aan.

Het Vlaamse Bosbeleid beschikt over een aantal richtlijnen voor het bebossen van valleigronden. Deze criteria vormen een bruikbaar instrument om gronden met een hoge natuurwaarde van bebossing te vrijwaren. Uit praktische overwegingen is het beter deze criteria op zogenaamde inrichtingsplannen of bestemmingsplannen te visualiseren.

Juridisch instrumentarium

Het Bosdecreet van 13 juni 1990 moet verbeterd worden. Het betreft vooral bepalingen inzake de bosuitbreiding, het boerenbos en de strafvervolging.

Het uitvoeringsbesluit van 29 april 1991 betreffende de subsidieregeling moet aangepast worden. Zo kan de eerder beperkte subsidie voor het opstellen van beheersplannen, het openstellen van privé-bossen en bosgroepering verhoogd worden. Er moet voor openbare besturen opnieuw specifieke subsidies voor bossen voorzien worden, en het moet mogelijk zijn om onder gunstige voorwaarden aan te sluiten bij een gemengde bosgroepering. Bovendien moet via een subsidieregeling nog meer de nadruk gelegd worden op het toepassen van een natuurgetrouwe bosbouw in de privé-bossen.

Om vroegtijdige kappingen en versnippering van het Vlaamse bosbestand na een erfenis tegen te gaan, moeten de successierechten op bos verminderen. In 1991 werd hiertoe een wetsvoorstel ingediend dat de belastbare basis voor bossen wil beperken tot 25 % van de verkoopwaarde op voorwaarde dat deze bossen nog 30 jaar bos blijven. Dit voorstel, dat veel gelijkenis vertoont met regelingen uit andere EU-lidstaten, is echter nog niet goedgekeurd.

2.4 | Maatregelen voor oplossen van problemen, veroorzaakt door andere sectoren

Terreinmaatregelen

Door bosuitbreiding levert Vlaanderen een bijdrage tot de vermindering van de stijgende atmosferische CO_2-concentratie en de daarmee eventueel gepaard gaande klimaatveranderingen. Vlaanderen brengt door bebossing en een aangepast bosbeheer zijn eigen koolstofbalans meer in evenwicht. De jaarlijkse netto koolstoffixatie door de Nederlandse bossen wordt geraamd op 0,33 Mton (1 ton/ha). In dit cijfer werd rekening gehouden met de jaarlijkse houtoogst en de afbraak van de houtprodukten waarbij de koolstof terug aan de atmosfeer wordt afgestaan. Deze koolstoffixatie dekt slechts 0,5 % van de jaarlijkse koolstofuitstoot. Voor Vlaanderen bestaan hiervoor nog geen cijfers.

Vervanging van landbouwgebieden door bossen reduceert een aantal milieu- en natuurbelastende activiteiten zoals bemesting, grondbewerking, biocidengebruik, enz.. Bosuitbreiding in het kader van het EU-beleid, door bebossing van landbouwgronden die uit de produktie zijn genomen, vergroot de natuurwaarde in Vlaanderen.

Bosuitbreiding vertrekt bij voorkeur vanuit eeuwenoude boscomplexen die ecologisch zeer waardevol zijn. Hierdoor ontwikkelen er zich sneller rijke bosgemeenschappen op de nieuwe oppervlakten. Om versnipperde bosgebieden met elkaar te verbinden worden corridors aangelegd die ook gunstig zijn voor de bosfauna. Bosuitbreiding moet bovendien zoveel mogelijk samengaan met het herstel van halfnatuurlijke landschapselementen en afgestemd zijn op de vraag naar bos vanuit gemeenten en provincies.

Verstorende invloeden vanuit de industrie, het verkeer, de verstedelijking, de waterwinning, enz. worden beperkt door bepaalde gronden in schermbossen en buffergebieden aan te leggen. Deze gronden moeten in toekomstige bosuitbreidingsplannen

als eerste bebost worden.

Bosbouw is vrijwel de enige grondgebruiksvorm die restgronden, zoals baggerslibgronden en storten, op een ecologisch en economisch verantwoorde wijze kan valoriseren. De gemiddelde jaarlijkse behoefte voor het bergen van bijvoorbeeld slib in Vlaanderen wordt geschat op 200 ha. Deze restgronden kunnen gebruikt worden bij de uitbreiding van het Vlaamse bosareaal. Restgronden zijn echter zeer specifiek en vragen een aangepaste vorm van bosbouw, vooral naar soorten, structuur en beheer. Bosbouwkundig onderzoek hieromtrent dient dan ook dringend uitgebreid te worden.

Door een stijging van de bosrecreatie in de nabije toekomst zal de druk op de opengestelde bossen nog groter worden. Het Bosdecreet bepaalt dat alle openbare bossen opengesteld moeten worden en voorzien van de nodige infrastructuur om schade aan het bos tot een minimum te beperken.

Bij het indijken van antropogene verzuring door bosbouwkundige maatregelen is het belangrijk een onderscheid te maken tussen bossen op arme zandgronden en bossen op leemgronden. Op arme zandgronden moet aan humusbouw gedaan worden. Dit betekent dat de maatregelen de strooiselafbraak moeten stimuleren, zonder evenwel een overdreven mineralisatie te veroorzaken. Kaalstelling van meer dan 1 ha, volledige bodembewerking, strooiselroof, bemesting en bekalking op de kaalvlakte zijn daarom ongewenst. Nutriëntenverlies door exploitatie moet geminimaliseerd worden door in het bos te ontschorsen en te onttakken. De inbreng van streekeigen loofboomsoorten en boomsoortenmenging moet centraal staan. Op leemgronden kan verzuring tegengegaan worden door bekalking, introductie van diepwoelende regenwormen en standplaatsgeschikte boomsoorten[1].

Juridisch instrumentarium

Om het behoud van de huidige bossen te verzekeren moet op wettelijke basis elke vorm van ontbossing verboden worden. Hiertoe moet het bos in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen een eenduidig statuut krijgen.

Vlaanderen vormt een uitzondering ten opzichte van andere, vooral Noord- en Middeneuropese landen, waar ook privé-bossen toegankelijk zijn voor het publiek (tenzij om gegronde redenen een uitzondering toegestaan is). Gezien de stijgende vraag naar opengesteld bos ten behoeve van de bosrecreatie in Vlaanderen, is het noodzakelijk om op termijn ook het privé-bos voor het publiek wettelijk open te stellen.

Het huidige Bosdecreet overlapt met tal van andere wetten die betrekking hebben op de open ruimte (Veldwetboek, Pachtwet, Wet op de ruimtelijke ordening en stedebouw, Wet op het natuurbehoud, EU-verordeningen), waardoor dit decreet wordt uitgehold en aan gebruiksvriendelijkheid inboet. Het probleem doet zich vooral voor bij bebossing, waarbij in sommige gevallen tot meer dan vijf adviezen of vergunningen nodig zijn. Dit leidt tot onduidelijkheid, rechtsonzekerheid, overbelasting en uiteindelijk tot demotivatie van de eigenaar. De wetgeving met betrekking tot bos moet sterk vereenvoudigd worden.

De Vlaamse Gemeenschap moet een bebossingsfonds oprichten waaruit zowel door het gewest en de provincies als door de gemeenten geput kan worden. Dit fonds dient voor de aankoop en de bebossing van gronden en voor subsidie voor bebossing. In het kader van het ontwerp Lange Termijnplanning Bosbouw is berekend dat voor een jaarlijkse bebossing van 3 000 ha vanaf het jaar 2000, 1 miljard frank per jaar nodig is.

Om bebossing door privé-eigenaars te stimuleren kunnen, naast de bestaande subsidieregeling, de kosten voor bosaanleg fiscaal aftrekbaar gemaakt worden[7].

Vermesting van het bos kan beperkt worden door afstandsregels bij het uitvoeren van mest in de landbouw en door algemene normen voor verlaging van de stikstofemissie.

Referenties

1 Muys B., Doctoraatsproefschrift, Universiteit Gent, Gent, 1993.

2 Overzicht Dossiers Waakzaamheidscomité 1988-1992, Grauwe Band (1992).

3 Van Den Berge K., Maddelein D., De Vos B. en Roskams P., Analyse van de luchtverontreiniging en de gevolgen daarvan op het bosecosysteem, Universiteit Gent, Sociale en Economische Betekenis van het Bos, rapport n° 19, Gent, 1992.

4 De Cuyper B., *Groene Band*, *69* en *70* (1988).

5 Lange Termijnplanning Bosbouw, Boekdeel 2: Bijlage: Ondersteunend Onderzoek, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Bestuur Natuurbehoud en -ontwikkeling (AMINAL), 1993.

6 Vanhaeren R., *De Boskrant*, *2* (1989), 13.

7 Lange Termijnplanning Bosbouw, Boekdeel 1, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting, Bestuur Natuurbehoud en -ontwikkeling (AMINAL), 1993.

Begeleiders

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

D. Van Gijseghem, VLM

J. Van Slycken, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, AMINAL

IV.3 Energiesector

C. Cuijpers, S. Proost, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

De energiesector omvat alle energiegebruik en energietransformatie binnen het Vlaamse Gewest.

1.1 | Algemeen overzicht

Bij het afwegen van alternatieve oplossingen om de energiebehoeften te dekken, is het aangewezen steeds het gehele energiesysteem te beschouwen: het oplossen van een probleem in één van de stadia van de keten tussen produktie en eindgebruik kan na afweging van de mogelijke negatieve gevolgen van deze oplossing in de andere stadia minder interessant blijken. Het klassieke voorbeeld hiervan is de bestrijding van de luchtvervuiling verbonden aan huisverwarming door over te schakelen op elektriciteit waardoor het milieuprobleem wordt afgewenteld naar de elektriciteitsproduktie.

Tabel 1: Themaprofiel energiesector[1].

	Onderdeel van de energieketen					
		Omzetting			Eindenergiegebruik	
Thema	Aanvoer, distributie	Raffinage, voorbereiding	Produktie elektriciteit	Verkeer	Industrie	Huishouden en equivalent
Verandering van klimaat		• CO_2	• CO_2	• CO_2, CO	• CO_2	• CO_2, CO
Verzuring		• NO_x, SO_2	• NO_x, SO_2	• NO_x, SO_2	• NO_x, SO_2	• NO_x,SO_2
Fotochem. luchtverontreiniging	• NO_x, vos (olie)			• vos		
Verspreiding gevaarlijke stoffen	• radioactiviteit • stof (kolen)	• radioactiviteit • stof (kolen)	• radioactiviteit	• lood, CO	• stof	• CO, stof
Bodemverontreiniging	• olielekken				• olielekken	• olielekken
Waterverontreiniging			• thermische vervuiling			
Hinder: lawaai				• motor		
Hinder: risico's	• ongevallen					
Aantasting van de Open Ruimte	• landschapshinder		• landschapshinder			

In wat volgt concentreren we ons hoofdzakelijk op de bijdrage van de energiesector tot de verzurende emissies, de emissies van broeikasgassen de fotochemische luchtverontreiniging. Voor deze beide problemen is de energiesector de belangrijkste vervuiler. Op de specifieke milieuproblemen verbonden aan het gebruik van nucleaire energie komen we in een latere paragraaf terug. De luchtverontreiningsproblemen die we hier bespreken hebben een continentale of een mondiale draagwijdte. De Vlaamse energiesector draagt bij tot de emissies maar ondervindt slechts gedeeltelijk de schade van zijn eigen emissies. Bij internationale onderhandelingen over oplossingen is het belangrijk de eigen emissies goed te kennen evenals de kosten om de eigen emissies te reduceren. Vlaanderen heeft zich, indirect via Belgische akkoorden, verbonden tot verminderingen van de uitstoot van NO_x, SO_2 en CO_2.

Verandering van klimaat: broeikaseffect

De bijdrage van de energiesector in het broeikaseffect bestaat voornamelijk uit de emissies van koolstofdioxyde (CO_2) verbonden aan het energiegebruik. *De verbranding van fossiele brandstoffen is verantwoordelijk voor 93 % van de CO_2-uitstoot.* België heeft zich internationaal verbonden tot de beperking van de CO_2-uitstoot met 5 % in het jaar 2000 ten opzichte van 1990. Vanwege de bevoegdheidsverdeling tussen de federale en regionale overheden inzake energie- en milieubeleid is de Vlaamse overheid mede verantwoordelijk voor de realisatie van deze verbintenis.

Verzuring

De energiesector is verantwoordelijk voor de totale uitstoot van NO_x en SO_2. Het *aandeel van de Vlaamse energiesector in de totale uitstoot van verzurende emissies in Vlaanderen in het jaar 1990 bedraagt 81 %* (aandeel in de totale emissies gemeten in zuurequivalent). Deze emissies van verzurende stoffen in Vlaanderen zijn niet de enige bron van verzuring in Vlaanderen. Een derde verzurende polluent is ammoniak (NH_3) dat voornamelijk uitgestoten wordt door de intensieve veeteelt (zie III.2A Verzuring). De uitstoot van SO_2 en NO_x heeft een grensoverschrijdend karakter. De depositiedoelstellingen worden het best gerealiseerd door internationale samenwerking.

Fotochemische luchtverontreiniging

De energiesector is verantwoordelijk voor het grootste deel van de VOS-uitstoot en voor praktisch de volledige NO_x-uitstoot. Beide polluenten vormen de belangrijkste precursoren van de fotochemische luchtverontreiniging (zie III.2B).

1.2 | Luchtemissies in 1990

Op basis van de energiebalans voor het Vlaamse Gewest in 1990 (zie II.3 Energiesector) worden de luchtemissies van stikstofdioxyden (NO_x), zwaveldioxyde (SO_2), koolstofdioxyde (CO_2) en koolwaterstoffen (VOS) door de energiesector geschat. Voor NO_x, SO_2 en CO_2 betreffen het emissies uit de verbranding van fossiele brandstoffen in Vlaanderen. De VOS-emissies worden berekend op basis van het energiegebruik en de distributie (verdamping) van brandstoffen en zijn exclusief methaan[2] (tabel 2).

De uitstoot van NO_x vindt voornamelijk plaats in de transportsector (zie IV.8 Verkeer en vervoer). Steenkool en zware stookolie zijn relatief zwavelrijke (SO_2) energiedragers. De verbranding van deze energiedragers situeert zich voornamelijk in de elektriciteitscentrales. In tegenstelling tot de andere polluenten die worden beschouwd, is de uitstoot van CO_2 veeleer proportioneel verdeeld over de sectoren. Dit neemt niet weg dat de elektriciteitsproduktie in Vlaanderen verantwoordelijk is voor 22,6 % van de CO_2-uitstoot in het Vlaamse Gewest. In tegenstelling met de andere polluenten gerelateerd aan het energiegebruik, vindt de uitstoot van VOS voornamelijk plaats

door verdamping bij onder meer de distributie van energie (voornamelijk verdamping van benzine). De transportsector in Vlaanderen is verantwoordelijk voor 77,7 % van de uitstoot van VOS (exclusief methaan) in Vlaanderen.

Tabel 2: Bijdrage tot en aandeel in de luchtemissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door de energiesector (dus exclusief procesemissies) in Vlaanderen in het jaar 1990.

	NO_x in ton	SO_2 in ton	CO_2 in 1 000 ton	VOS[a] in ton
Energietransformatie	52 461	118 344	21 757	23 393
%-aandeel	22,5	57,2	34,6	20,6
Industrie	20 990	53 082	11 182	1 018
%-aandeel	9,0	25,7	17,8	0,9
Huishouden & aanverwant	11 601	20 143	15 274	894
%-aandeel	5,0	9,7	24,3	0,8
Transport[b]	148 459	15 250	14 587	88 335
%-aandeel	63,6	7,4	23,2	77,7
Totaal energiesector	*233 511*	*206 819*	*62 800*	*113 640*
	100	*100*	*100*	*100*

a op basis van het energiegebruik en de distributie (verdamping), exclusief methaan.

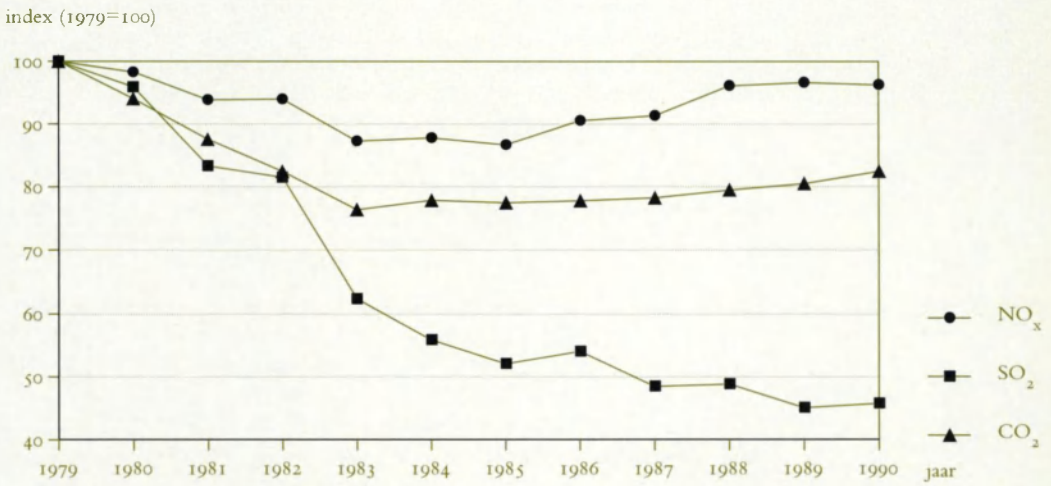
b inclusief de luchtvaart. De emissies van de luchtvaart bedragen respectievelijk 11 340 ton NO_x, 5 274 ton SO_2, 2 744 kton CO_2 en 1 758 ton VOS.

Bron: CES[3] en bijkomende berekeningen voor VOS.

1.3 | Trends van de luchtemissies 1979-90

De uitstoot van SO_2 is sinds 1979 meer dan gehalveerd (figuur 1). Deze sterke vermindering van de SO_2-uitstoot werd voornamelijk gerealiseerd binnen de elektriciteitssector. Een eerste factor ter verklaring van de SO_2-uitstootreductie is de vervanging van centrales met zware stookolie door kerncentrales. Daarnaast is het zwavelgehalte van de gebruikte zware stookolie door de elektriciteitscentrales teruggebracht van 3,5 % in 1979 tot 1,8 % in 1990.

Figuur 1: Evolutie van de emissies van NO_x, SO_2 en CO_2 door de energiesector in Vlaanderen in de periode 1979-90 (index 1979=100).



Bron: CES[4,5].

Opvallend is de geringe terugdringing van de NO_x-emissies met nauwelijks 4 % over de beschouwde periode 1979-90. De gerealiseerde reductie van 13 % in de periode 1979-85 werd tenietgedaan na de tweede oliecrisis door de lage brandstofprijzen en de groei van het wagengebruik.

Tussen 1979 en 1985 is de uitstoot van CO_2 gedaald met 22,5 %. Deze daling is vooral gerealiseerd door de substitutie van klassieke centrales door kerncentrales en is in mindere mate te wijten aan de verhoogde efficiëntie in de andere energiegebruiken. Na 1985 stijgen de CO_2-emissies opnieuw in hetzelfde tempo als het gebruik van fossiele brandstoffen. In tegenstelling met SO_2- en NO_x-emissies kan men bij de terugdringing van de CO_2-uitstoot geen beroep doen op reductietechnologieën. Alleen een dalend gebruik van brandstoffen, door onder meer de efficiëntie op te drijven en steenkool door vooral aardgas te substitueren, zal leiden tot een afname van de CO_2-uitstoot.

1.4 | Vooruitzichten luchtemissies 1990-2010 volgens referentiescenario

Figuur 2 geeft de vooruitzichten volgens het referentiescenario van de emissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS verbonden aan het energiegebruik in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 (zie II.3 Energiesector)[6]. Voornamelijk door *de toenemende invoering van allerlei emissiereductietechnieken* daalt de uitstoot van NO_x, SO_2 en vooral VOS aanzienlijk in de periode 1990-2000. Dit in tegenstelling met de uitstoot van CO_2 waar vooralsnog geen reductietechnieken worden gebruikt. Het groeiend energiegebruik zonder een specifiek energie- en milieubeleid is verantwoordelijk voor de toenemende NO_x- en SO_2-uitstoot vanaf 2000.

Opvallend is de sterke uitstootreductie van VOS met 47 % in de periode 1990-2000, (d.i. 3,9 % per jaar). De terugdringing wordt gerealiseerd door de progressieve uitrusting van benzinewagens met een geregelde driewegkatalysator sinds 1990 en de invoering van de koolstoffilter sinds 1993 (zie IV.8 Verkeer en vervoer). Er wordt tevens rekening gehouden met de geleidelijke invoering van van controletechnieken om de VOS-emissies afkomstig van de distributie van benzine van raffinaderij tot benzinestation terug te dringen ('stage I' controletechnieken). De invoering van de driewegkatalysator draagt tevens bij tot de reductie van de NO_x-uitstoot. De NO_x-emissies nemen af met 2,4 % per jaar tot 2000 en nemen daarna toe met 1,4 %. Beperkingen op het zwavelgehalte van olieprodukten en normen voor de SO_2-emissies dragen bij tot een afname van de SO_2-uitstoot met 1,9 % per jaar in de periode 1990-2000. Zonder specifieke maatregelen nemen de SO_2-emissies opnieuw toe na 2000 met een groei van 2,6 % per jaar. Zonder een specifiek energie- en milieubeleid groeien de CO_2-emissies in hetzelfde tempo (bijna 1,7 % per jaar) als het energiegebruik met een totale groei van bijna 39 % in de periode 1990-2010.

Tabel 3 geeft de vooruitzichten van de emissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS in absolute waarden weer volgens het referentiescenario.

Tabel 3: Vooruitzichten van de emissies door de energiesector van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS in de periode 1990-2010 in absolute waarden (in ton) volgens referentiescenario.

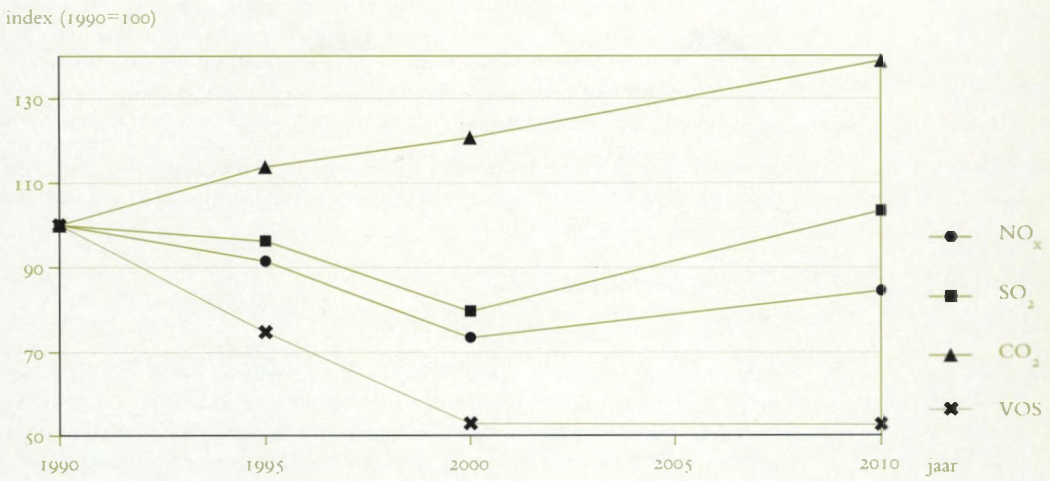
	1990	1995	2000	2010
NO_x (ton)	233 511	213 549	171 702	197 447
SO_2 (ton)	206 819	198 933	164 962	213 744
CO_2 (1 000 ton)[a]	62 800	71 463	75 763	87 197
VOS (ton)[b]	113 640	85 022	60 120	59 798

[a] *inclusief luchtvaart. De CO_2-emissies van de luchtvaart bedragen 2 744 kton in 1990, 2 922 kton in 1995, 3 066 kton in 2000 en 3 340 kton in 2010.*

[b] *exclusief methaan.*

Bron: CES[5] en bijkomende berekeningen voor VOS.

Figuur 2: Vooruitzichten van de emissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door de energiesector in Vlaanderen in de periode 1990-2010 volgens referentiescenario (index 1990=100).



Bron: CES[7] en bijkomende berekeningen voor VOS.

1.5 | De nucleaire problematiek

In België is in het verleden geopteerd voor de uitbouw van de nucleaire elektriciteitsproduktie. Deze bedraagt in Vlaanderen momenteel ongeveer 2 700 MW en verzorgt de helft van de elektriciteitsproduktie. Sinds de Tsjernobyl-ramp van 1986 wordt in een aantal landen de verdere uitbouw van deze capaciteit uitgesloten, een aantal andere landen wil zelfs de bestaande capaciteit sluiten.

In België besliste de regering in december 1988 om voorlopig af te zien van nieuwe nucleaire elektriciteitscentrales. Bij de huidige energieprijzen is het voordeel van nucleaire elektriciteitsproduktie gering of niet aanwezig. Bij stijgende fossiele energieprijzen en stringente emissiereductieverplichtingen voor broeikasgassen kan nucleaire elektriciteit opnieuw een belangrijke optie worden aangezien het een energievorm is waarvan de produktiekosten in principe weinig fluctueren en die geen broeikasgassen produceert. Hier gaan we niet dieper in op de specifieke milieuproblemen die verbonden zijn aan het gebruik van kerncentrales die onder de federale bevoegdheid vallen. Concreet betreft het hier drie problemen: de milieurisico's verbonden aan de werking van de nucleaire centrales (nucleair afval), de proliferatie van kernwapens, en het ontmantelen van bestaande kerncentrales[8].

2 | Maatregelen en instrumenten

Het Vlaamse Gewest is expliciet bevoegd voor het beleid inzake rationeel energiegebruik en vernieuwbare energie. De federale overheid behoudt de bevoegdheid op het vlak van de tarifering en de prijszetting van energie en inzake de nucleaire sector.

Er zijn *twee internationale dimensies* in het Vlaamse energie- en milieubeleidsprobleem. Ten eerste is er, voor belangrijke problemen zoals verandering van klimaat (zie III.1A), verzuring (zie III.2A) en fotochemische luchtverontreiniging (zie III.2B) het *grensoverschrijdend karakter van emissies en van de schade*. Dit houdt in dat de te leveren emissiereductie-inspanningen rekening moeten houden met de schade in het buiten-

land en vice versa. Meestal gebeurt dit door middel van internationale akkoorden tot emissiereductie die voor België en voor de nieuwe akkoorden ook voor Vlaanderen de maximale emissies vastleggen. Als de totale te leveren inspanning is bepaald, heeft de Vlaamse overheid de taak maatregelen en instrumenten te kiezen (effectiviteit) om deze doelstellingen tegen de laagst mogelijke kosten te kunnen bereiken (efficiëntie). Ten tweede moet Vlaanderen rekening houden met het gegeven dat over een aantal belangrijke instrumenten zoals produktheffingen op federaal of Europees niveau beslist wordt (zie V.2A Heffingen).

In wat volgt gaan we de maatregelen na die genomen kunnen worden voor twee milieuproblemen waar de energie een dominante vervuiler is: het broeikaseffect (zie III.1A) en de verzuring (zie III.2A).

2.1 | De reductie van luchtemissies

De reductie van broeikasgassen (CO_2)

België heeft zich internationaal geëngageerd tot de reductie van de emissies van CO_2 met 5 % in het jaar 2000 ten opzichte van 1990. De veronderstelling is hier dat België en meer bepaald Vlaanderen, deze emissiereductie op eigen grondgebied moet realiseren en dat deze reductie niet verkocht (verhandeld) kan worden in de rest van de wereld (of in een ander gewest) waar de reductie van emissies goedkoper zou kunnen zijn.

Hierna wordt nagegaan welke maatregelen en instrumenten nodig kunnen zijn om deze doelstelling voor Vlaanderen te bereiken. Hiertoe zullen we twee beleidsscenario's gebruiken die verschillende maatregelen en instrumenten bevatten.

Het eerste beleidsscenario beoogt het gebruik van relatief koolstofarme energiedragers aan te moedigen en tegelijk een vermindering van het energiegebruik te bevorderen door *de invoering van de energie- en koolstofbelasting voorgesteld door de Europese Commissie* om de globale CO_2-uitstoot terug te dringen (d.i. het 'TAX-scenario')[7]. Het betreft een gemengde accijns waarbij zowel de energie-inhoud als de koolstofinhoud van de verschillende energiedragers wordt belast. Die energie- en koolstofheffing is bepaald op 3 $ per vat ruwe aardolie in het jaar 1993 en zou vervolgens jaarlijks toenemen met 1 $ tot 10 $ per vat in het jaar 2000 (uitgedrukt in reële prijzen van 1990). Het gebruik van de koolstofbelasting als instrument garandeert de kosteneffectiviteit van alle maatregelen die door deze belasting geïnduceerd worden (zie V.2A Heffingen).

Aangezien in het TAX scenario de emissiereductie nog onvoldoende is , wordt in het `TAX+REG` scenario een uitgebreid pakket van maatregelen toegevoegd. De toegevoegde maatregelen zijn hoofdzakelijk geïnspireerd op Nederlandse studies[9]. Er werden maatregelen toegevoegd totdat de verwachte CO_2-emissies in het referentiescenario voor 2000, verminderd met de spontane reacties op de koolstofbelasting, beperkt werden tot 95 % van de emissies voor 1990.

De geselecteerde maatregelen zijn, voor de veronderstelde energieprijs verhoogd met de koolstofbelasting, waarschijnlijk *kosteneffectief in enge zin*. Hiermee wordt bedoeld dat de maatregelen op basis van kostprijsberekeningen ex ante zich zelf terug betalen. Om allerhande redenen (waaronder een overschatting van de kosten en een onderschatting van de rendementen) wordt verwacht dat de toegevoegde maatregelen niet spontaan worden doorgevoerd. Om na te gaan of ze voor de gemeenschap interessant zijn, moet nagegaan worden wat de kosten zijn van de extra inspanningen om deze maatregelen te bevorderen. Deze kosten situeren zich op het vlak van de informatie, vorming en toezicht. Zij kunnen slechts ingeschat worden na een aantal experimenten. Als na toevoeging van deze extra kosten de maatregelen zich nog terugbetalen, zijn de maatregelen *kosteneffectief in ruime zin*. Empirische studies tonen aan dat er een

groot verschil is tussen de twee concepten[10].

Ter illustratie worden een aantal maatregelen en de daarbij horende instrumenten van het TAX+REG scenario toegelicht met een raming van hun effectiviteit op het vlak van het energiegebruik en de CO_2-uitstoot. We herhalen dat de noodzaak van dit pakket van maatregelen samenhangt met de internationale verplichting tot CO_2-reductie voor het jaar 2000 en met de emissiegroei verondersteld in het referentiescenario. Wanneer een ander referentiescenario wordt gebruikt met lagere groei in het energiegebruik en lagere CO_2-emissies zullen er vanzelfsprekend minder maatregelen nodig zijn om aan de internationale afspraken te voldoen[11]. Maatregelen:

- De realisatie van een extra warmte-krachtproduktie van 124 MW_e in de tertiaire sector tegen het jaar 2000, met een CO_2-emissiereductie van 379 000 ton bij volledige realisatie van deze bijkomende capaciteit. Een extra vermogen van 255 MW_e in de industrie tegen het jaar 2000, met een CO_2-emissiereductie van 1 miljoen ton bij volledige realisatie van deze bijkomende capaciteit. Deze maatregelen dienen bevorderd te worden door aanpassing van de tariefstructuur van aardgas en elektriciteit.
- Aanmoediging door normering en distributiebeleid van het gebruik van spaarlampen met een elektriciteitsverbruik dat gemiddeld 75 % lager ligt dan bij klassieke gloeilampen. Deze maatregel beoogt de helft van de huishoudelijke elektriciteitsverbruik voor verlichting te reduceren met 75 %. De geraamde elektriciteitsbesparing bedraagt 3,15 PJ en 777 000 ton CO_2.
- Ongeveer 36 % van het huishoudelijk elektriciteitsgebruik is bestemd voor elektrische toestellen (koelkasten, wasmachines, enz.). Als maatregel wordt voorgesteld: aankoop van nieuwe elektrische huishoudapparatuur met een hoog rendement bij de vervanging of aanschaf. Met toestellen met hoog rendement worden toestellen bedoeld die reeds op de markt zijn met een efficiëntie die 25 % tot 35 % hoger ligt dan de gemiddeld nieuw aangekochte toestellen. De geraamde elektriciteitsbesparing bedraagt 1,99 PJ, de CO_2-emissiereductie 491 000 ton. Dit vergt een beleid op het vlak van normering, etikettering en informatie.
- Betere isolatie van nieuwe en verbouwde woningen door invoering van warmte-isolatienormen om de gemiddelde energievraag voor ruimteverwarming terug te brengen met 20 % van 91 GJ naar ongeveer 73 GJ per woning per jaar. De geraamde energiebesparing bedraagt 3,87 PJ, de CO_2-emissiereductie 229 000 ton.

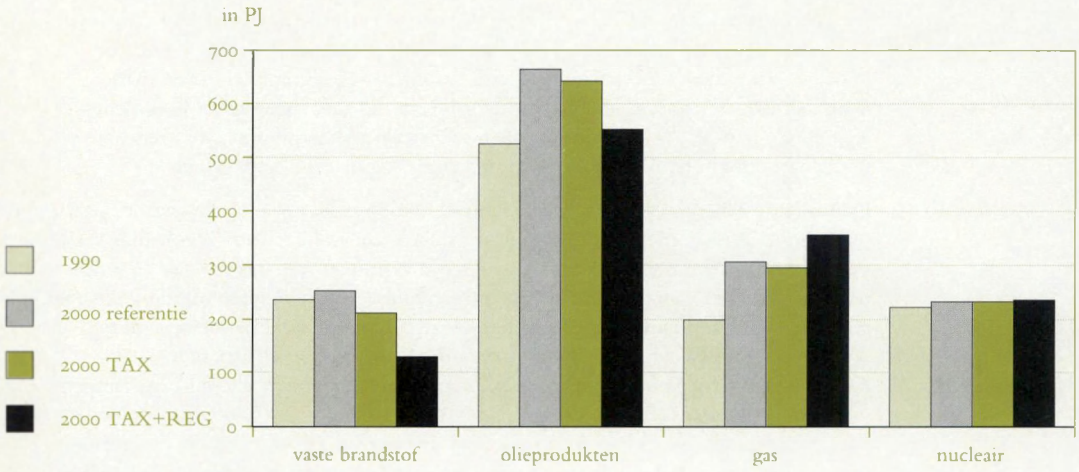
De reductie van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS

De effecten van de hierboven beschreven beleidsscenario's op het primair energiegebruik worden weergegeven in figuur 3.

Bij een ongewijzigd beleid neemt de primaire energievraag in Vlaanderen toe met 22,9 % in de periode 1990-2000. De invoering van de EG energie- en koolstofheffing brengt de autonome groei terug tot 16,7 %. Als naast de EG-heffing tevens een uitgebreid pakket aan REG-maatregelen wordt toegepast, neemt de primaire energievraag in Vlaanderen nog steeds toe met 7,5 % in de periode 1990-2000. Het aandeel van steenkool en cokes daalt van 20,0 % in het jaar 1990 tot 17,4 % in 2000 in het referentiescenario, tot 15,4 % in het TAX-scenario in 2000 en 10,1 % in het TAX+REG-scenario 2000. De toenemende conversie naar aardgas leidt tot een stijgend aandeel van deze energiedrager in de Vlaamse energievoorziening. Het aandeel van aardgas neemt toe van 16,7 % in het jaar 1990 tot respectievelijk 21,0 % in het referentiescenario 2000, 21,4 % in het TAX-scenario en 27,9 % in het TAX+REG-scenario in 2000.

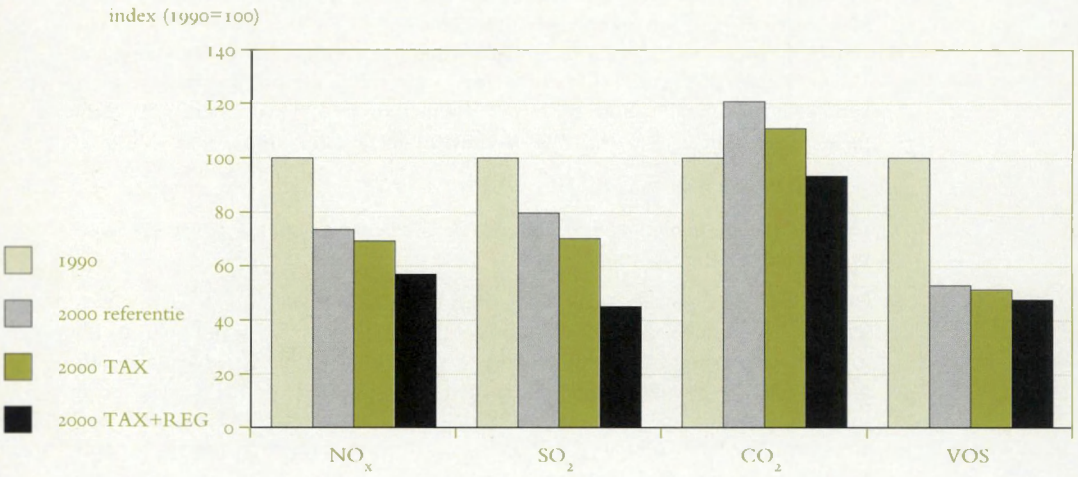
Figuur 4 geeft de gevolgen weer van het rationeler energiegebruik en van de verschuivingen in de brandstofinzet op de respectievelijke emissies.

Figuur 3: Vooruitzichten van de primaire energievraag (in PJ) in Vlaanderen in de periode 1990-2000 volgens drie beleidsscenario's.



Bron: CES[7].

Figuur 4: Vooruitzichten van de emissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door de energiesector in Vlaanderen in de periode 1990-2000 volgens drie beleidsscenario's (index 1990=100).



Bron: CES[7].

De energie- en koolstofheffing van de EG leidt tot een reductie van de NO_x-emissies met 5,8 %, de SO_2-emissies met 12,0 %, de CO_2-emissies met 8,2 % en de VOS-emissies met 3,0 % in het jaar 2000 ten opzichte van het niveau in het referentiescenario. De effectiviteit van dit fiscaal instrument varieert over de polluenten naargelang het belang van de verschillende sectoren en energiedragers voor de uitstoot van de respectievelijke emissies. Het TAX+REG-scenario resulteert in een emissiereductie van

22,6 % voor NO_x, 43,6 % voor SO_2 , 22,7 % voor CO_2 en 10,1 % voor VOS in het jaar 2000 ten opzichte van het niveau bij ongewijzigd beleid. Ten opzichte van het niveau in 1990 daalt de CO_2-emissie slechts vanaf invoering van het TAX+REG-scenario, en dit met slechts 6,7 %.

De reductie van verzurende emissies (NO_x en SO_2)

België heeft zich internationaal verbonden tot een reductie met 30 % van de uitstoot van SO_2 (ten laatste in 1993 en met als basisjaar 1980) en van NO_x (ten laatste in 1997 en met als basisjaar 1987 of een vroeger jaar).

België heeft deze doelstellingen gerealiseerd voor SO_2, en ook voor NO_x zullen deze doelstellingen waarschijnlijk gehaald worden. Dit is gebeurd met behulp van een combinatie van maatregelen die niet specifiek gericht waren op deze problematiek (bv. nucleaire centrales ter vervanging van centrales op fossiele brandstoffen) en door Europees gecoördineerde maatregelen zoals verminderde zwavelgehaltes voor vloeibare brandstoffen, maximale uitstoot voor stookinstallaties en uitstootnormen voor wagens.

Om de toenemende verzuring in Europa (zie III.2A Verzuring) te beperken, zijn aanvullende internationale akkoorden nodig. Voor Vlaanderen is dit van groot belang omdat de Vlaamse emissies van SO_2 en NO_x maar voor een derde op eigen grondgebied terecht komen. Kosteneffectiviteit (het bereiken van de verzuringsdoelstellingen tegen de laagste kosten) moet hier een belangrijke rol in spelen. Dit vergt twee stappen. Ten eerste een *kosteneffectieve verdeling van emissiereductie-inspanningen over de verschillende landen* (en gewesten) en ten tweede *een kosteneffectieve verdeling van inspanningen over sectoren binnen elk land of gewest.*

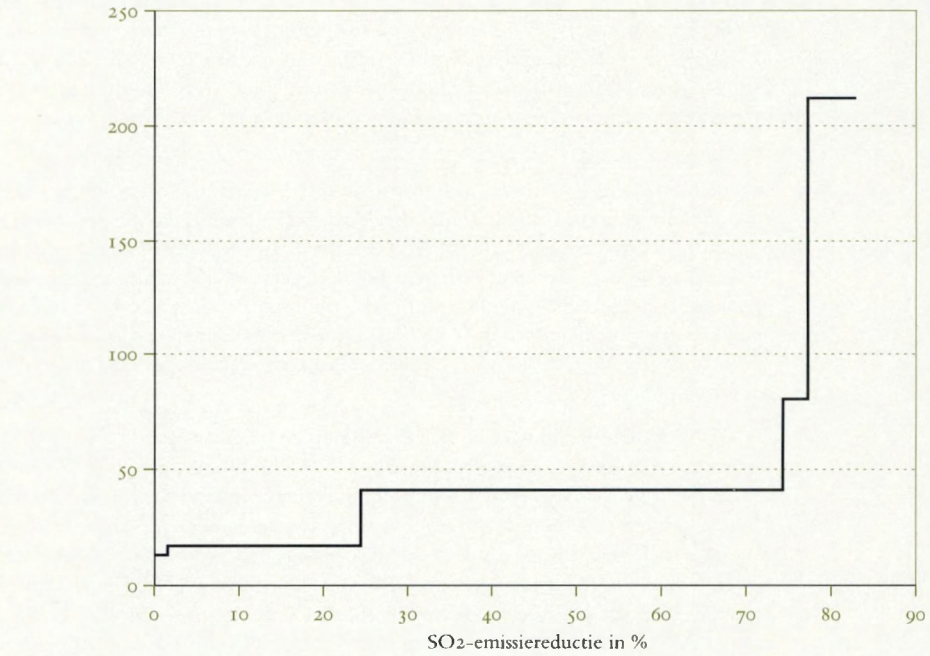
De belangrijkste moeilijkheid bij de eerste stap is het gegeven dat de plaats van emissie van groot belang is voor de berokkende schade (bij broeikasgassen is dit niet het geval). Het zijn de dominerende windrichtingen en de afstand die bepalen op welke plaatsen een bepaalde emissie schade toebrengt. De verdeling over landen is alleen maar kosteneffectief wanneer voor elke schadeplaats (elk bedreigd ecosysteem) de emissiereductie in die landen gebeurt waar de reductiekosten per eenheid depositie op de schadeplaats het laagst is. Indien bijvoorbeeld de depositie van SO_2 in het Zwarte Woud beperkt moet worden is het relatief goedkoper dit te doen door een vermindering van de SO_2-uitstoot in een steenkoolcentrale in Vlaanderen dan in eenzelfde type van centrale in Schotland. Aangezien verzuring veroorzaakt wordt door emissies van SO_2, NO_x en NH_3 (zie III.2A Verzuring) dient in de kosteneffectiviteitsstudie ook belang gehecht te worden aan de relatieve verzuringsbijdrage en de transportkarakteristieken van de drie produkten. Het nieuwe internationale protocol dat in voorbereiding is voor SO_2 houdt waarschijnlijk een verstrenging in van de emissiereductiedoelstelling voor België (77 % i.p.v. 30 %)[12]. Deze nieuwe verdeling is het resultaat van een optimale internationale verdeling die tot doel had de verzuringsschade in Europa te beperken. In de verdeling werd rekening gehouden met de kosten en inspanningen van de reeds bestaande instrumenten voor de reductie van SO_2. De nieuwe voorgestelde Europese verdeling van inspanningen is nog niet volledig kostenoptimaal. Door het toelaten van de verhandeling van emissierechten en het bijsturen van de bestaande inefficiënte reguleringen op het vlak van de SO_2 kunnen nog grote kostenreducties gerealiseerd worden (tot meer dan 50 %)[12].

Om een inzicht te verkrijgen in hoe elk land het best de emissiereductie bereikt en eventueel zijn regulering aanpast, kan men een kosteneffectiviteitsstudie maken in elk land of gewest. Een dergelijke kosteneffectiviteitsstudie somt alle mogelijke reductietechnieken op en berekent voor elk van deze technieken de gemiddelde kosten per eenheid gereduceerde SO_2 en de totale bereikte reductie. Een dergelijke marginale kostencurve voor emissiereductie is weergegeven in figuur 5. De figuur geeft voor

Vlaanderen - ook voor België - een rangschikking van de alternatieve emissietechnologiën met hun potentieel. De goedkoopste maatregelen zijn:

- de vermindering van de hoge zwavelgehaltes in zware stookolie (van 3 % naar 2 % en verder naar 1 %;
- rookgasontzwaveling met een efficiëntie van 85 % in de grote stookinstallaties;
- rookgasontzwaveling met een efficiëntie van 90 % in de grote stookinstallaties;
- vermindering van het zwavelgehalte in de gasolie (van 0,2 % naar 0,1 %).

Figuur 5: Marginale kostencurve voor de reductie van de SO_2-uitstoot (toegepast op de emissies van 1989).



Bron: CES[13].

2.2 | De rol van de doelgroepen

De voorgaande scenario-oefening heeft aangetoond dat een ingrijpend REG-beleid noodzakelijk is om de doelstelling van 5 % reductie van CO_2-emissies in 2000 te realiseren. Vlaanderen heeft hieromtrent praktisch geen ervaring[9]. De betrokken doelgroepen zijn:

Federale overheid:

- implementatie EG energie-koolstofbelasting;
- tariefstructuur en regelgeving warmte-krachtproductie;
- variabilisatie autokosten of equivalente instrumenten;
- energiebeheer in federale gebouwen;
- etiquettering en/of normering energiegebruikstoestellen.

Gewestelijke overheid[14]*:*

- steun aan experimenten op het vlak van REG-beleid;
- energiebeheer in Gewestelijke gebouwen;

- afsluiten van resultaatconvenanten met de energiedistributiesector voor elektriciteit en aardgas;
- opvolging isolatienormen;
- aanpassing openbaar vervoersinfrastructuur om effecten van variabilisering autoverkeer op te vangen.

Gemeentelijke overheid:

- energiebeheer gemeentelijke gebouwen;
- demonstratiefunctie.

Energiedistributiebedrijven:

- onmisbare coördinatie- en ondersteuningsrol;
- informatie voor bijsturing gedragsaspecten;
- technische ondersteuning overschakeling naar aardgas;
- financiering en deelname in warmte/krachtinstallaties.

Industriële eindgebruikers:

- installatie warmte-krachtproduktie;
- sectoriële studies en acties.

Kleingebruikers:

- installatie spaarlampen;
- overschakeling van centrale verwarming van gasolie naar aardgas;
- vervangen van bestaande steenkoolkachels door aardgaskachels;
- aankoop van zuiniger electro-apparaten;
- warmte-krachtproduktie in tertiaire sector.

Referenties

1 Voor een meer gedetailleerd overzicht kan men terecht bij OCDE/OECD, Energy and the environment: Policy overview, International Energy Agency, Paris,1989

2 Deze definiëring van emissies in de energiesector geldt voor alle emissiecijfers die worden weergegeven in dit hoofdstuk.

3 Cuijpers C., *Energie en Milieu*, 5 (1993), 185.

4 Gebaseerd op Belgische cijfers.

5 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., De evolutie van het Belgisch eindenergiegebruik 1979-1991. Opvolging met behulp van een systeem van indicatoren, CES-KUL, Leuven, 1992.

6 Dit scenario is consistent met het referentiescenario in hoofdstuk II.3. Voor een toelichting van de opbouw van het referentiescenario wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag.

7 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., Energie en Milieu in het federaal België. Historiek & toekomstverkenning, CES-KUL, Leuven, 1994.

8 zie voor een overzicht Proost S.,*Maandschrift voor Ekonomie*, 5 (1991), 338. en voor de mogelijke effecten van een sluiting van de bestaande nucleaire centrales in België: Verbruggen A.,Vanlommel G., Official and alternative electricity generation expansion policies in the Netherlands and Belgium, in Harter M.,Siefen H. (Bd.-Hrsg),Vol.5 n°4, Einstieg in den Ausstieg, Bestandsaufnahme zur diskussion über einen Kernenergieausstieg in Westeuropa, Köln, Verlag TUV Theinland, 1989,S. 51-64

9 Nederland heeft op dit vlak expertise opgebouwd (cfr.de milieuactieplannen van de energiedistributiebedrijven).

10 Joskow P. L., Marron D. B., *The Energy Journal*, 4 (1992), 41.

11 De internationale afspraken zelf moeten nog geïnterpreteerd worden, bijvoorbeeld aanvaardt men voor het jaar 2000 een emissieberekening op basis van het abnormale warme jaar 1990 want dit vermindert de te realiseren inspanningen met ongeveer 5 %. Voor België worden een aantal alternatieve referentiescenario's vergeleken in het rapport van de CO_2 werkgroep wetenschapsbeleid van januari 1994. De groeivoet 1990-2000 van de emissiescenario's voor CO_2 in België varieert tussen 8,7 % en 22 %.

12 Dit was de stand van de onderhandelingen in Augustus 1993 zie G.Klaassen,Trade-offs in emission trading, paper voorgesteld op de conferentie "Economic instruments for Air Pollution Control" Luxemburg 1993.

13 Cuijpers C., Proost S., Acid rain abatement in Belgium: lessons of cost-effectiveness studies, in Acidification Research: Evaluation and Policy Applications, ed. T. Schneider, Elsevier Science Publishers, 1992.

14 De Batselier N., Naar een Duurzaam Energiebeleid in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1991.

Blok K., Worrell E., Cuelenaere R., Turkenburg W., *Energy Policy, June* (1993), 656.

De Groote W., Verbruggen A., Elektriciteitsbesparing in België anno 2000, STEM, Antwerpen, 1992.

Lissens G., *Energie en Milieu*, 3 (1993), 107.

Begeleiders

J. Kretzschmar, VITO

J. De Ruyck, VUB

W. De Groote, STEM V.Z.W.

J. Mulkens, BPF

R. Aerstens, SIREV

L. Van Nuffel, Electrabel-Vlaanderen

IV.4 Chemische nijverheid

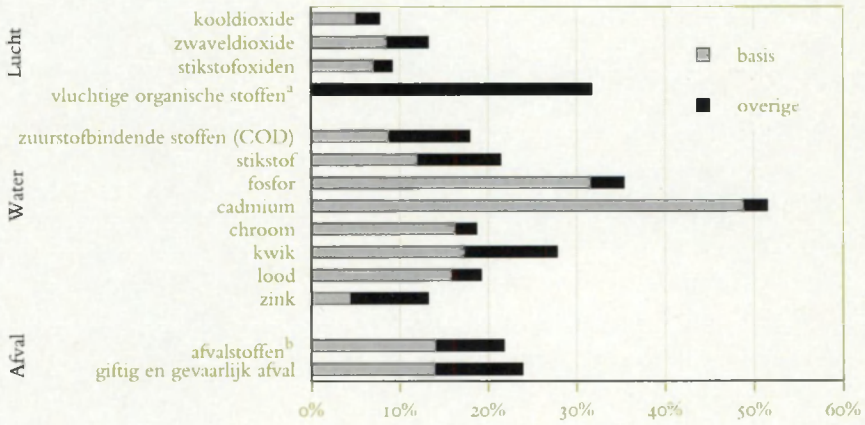
B. Steyaert, J. Gauderis, DRI Europe

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Emissieprofiel

Figuur 1 schetst het emissieprofiel van de chemische nijverheid op basis van de meetresultaten en schattingen beschikbaar bij de VMM[1,2] en de OVAM[3]. In de figuur is weergegeven in welke mate de chemische nijverheid tot een aantal emissies in de lucht, in het water en tot de produktie van afvalstoffen bijdraagt. Het totaal van de gemeten emissies door de industrie (verwerkende nijverheid, energiesector en afvalverwerking) is daarbij aan 100 gelijkgesteld. De cijfers in figuur 1 vormen slechts een schatting van de rol van de chemische nijverheid als veroorzaker van emissies.

Figuur 1: Aandeel van de chemische nijverheid in de emissies door de industrie (1991).



[a]: *totaal van basis- en overige chemie*

[b]: *niet gerecupereerd afval*

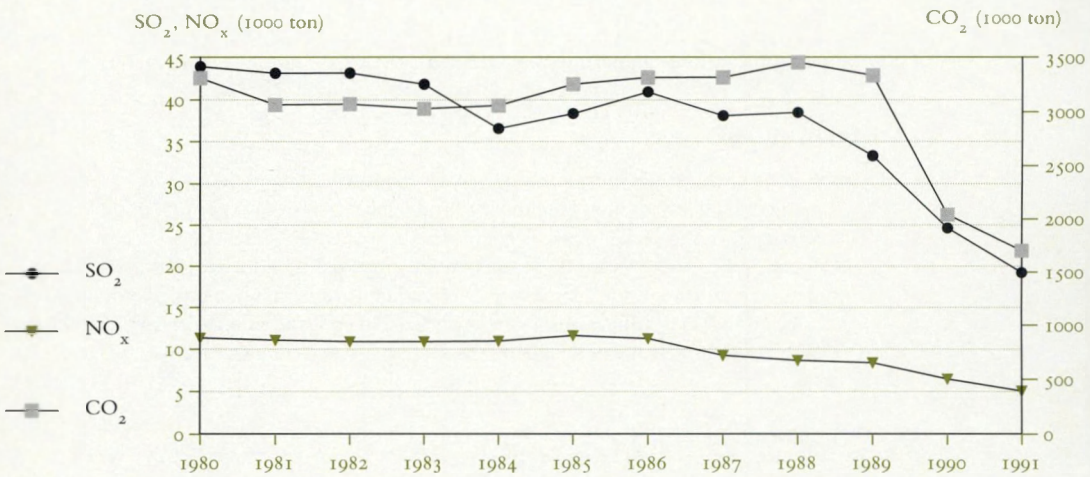
Bron: VMM, OVAM.

Uit het emissieprofiel blijkt dat de chemische nijverheid in alle beschouwde emissies een belangrijk aandeel heeft. De basischemie brengt het grootste deel voort van de emissies in de chemische sector; dit geldt vooral voor de waterverontreiniging en de afvalstromen. Ook tot de luchtverontreiniging levert de basischemie een beduidende bijdrage.

Luchtverontreiniging

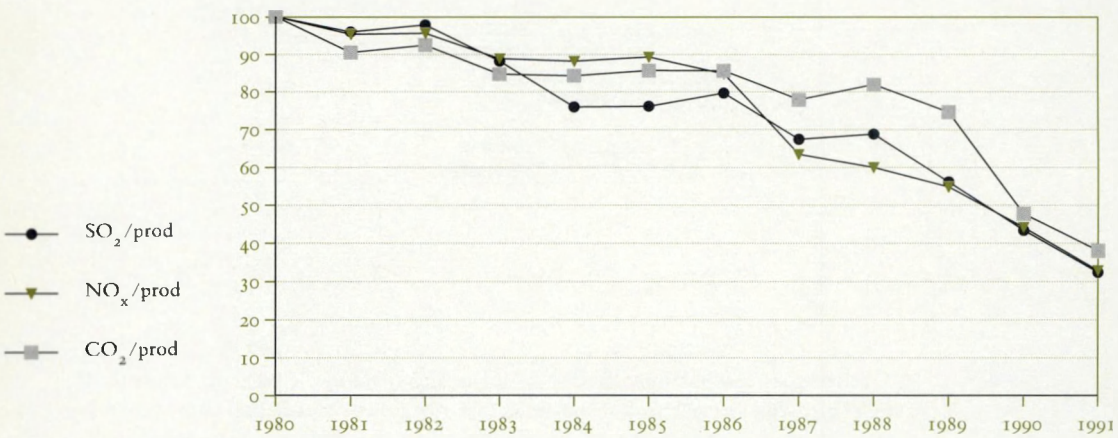
De totale uitstoot van CO_2 en SO_2 door de chemische industrie is in 1989-91 sterk gedaald (figuur 2). Voor 1991 ontbreken evenwel nog een aantal meldingen, zodat het cijfer voor dat jaar vermoedelijk weinig verschilt van dat voor 1990. Figuur 3 relateert de emissies in de lucht aan het produktievolume voor de chemie. Hieruit blijkt een nog meer uitgesproken afname van de emissie-intensiteit. Deze daling komt door de toegenomen rookgasreiniging, aanpassingen van de produktieprocessen en het gebruik van meer ontzwavelde petroleumprodukten. De vervanging van petroleumprodukten door aardgas die door de verbranding minder CO_2- en SO_2-emissies veroorzaakt, ligt niet aan de basis van de emissiereductie, want het aandeel van aardgas als energiebron is eerder afgenomen over de periode 1980-91.

Figuur 2: Emissie van SO_2, NO_x en CO_2 door de chemische nijverheid (1980-91).



Bron: VMM.

Figuur 3: Index van de SO_2-, NO_x- en CO_2-emissies per produkteenheid (1980-91), (index 1980 = 100).



Bron: VMM, NIS.

De uitstoot van VOS door chemische processen werd geschat op bijna 30 000 ton in 1991, hetzij 30 % van de industriële of 11 % van de totale emissies in Vlaanderen.

Waterverontreiniging

In het patroon van de waterverontreiniging door de chemische industrie (figuur 1) valt vooral de grote relatieve bijdrage tot de emissies van stikstof- en fosforverbindingen en van metalen op.

De lozingen van organische stoffen (gemeten via het CZV) door de chemische nijverheidbestaan dikwijls uit giftige en biologisch moeilijk afbreekbare verbindingen (bv. aromatische koolwaterstoffen zoals benzeen, gechloreerde koolwaterstoffen).

Afval

In 1992 en 1993 produceerde de Vlaamse chemische nijverheid ongeveer 1,5 miljoen ton te verwijderen afval, of ongeveer 15 % van het industrieel afval[3]. Het overgrote deel (1,2 miljoen ton) werd gestort. De rest werd gerecupereerd (100 000 ton), geconditioneerd (100 000 ton) of verbrand (50 000 ton). Gips van fosforzuurbereiding vormt veruit de grootste afvalstroom met bijna 900 000 ton. De sluiting van Prayon Pupel zal deze laatste afvalstroom echter aanzienlijk terugbrengen.

In 1989 kwam nog 2,4 miljoen ton afval vrij. De forse vermindering van de afvalproduktie komt vooral op rekening van de dunzuren. In 1989 bedroeg de hoeveelheid afval in de vorm van dunzuren nog bijna 600 000 ton. Tegen 1992 was deze afvalstroom verdwenen ten gevolge van wijzigingen in het produktieproces.

De chemische nijverheid produceert tussen de 50 000 en 60 000 ton giftig en gevaarlijk afval; dit is een kwart van het totaal van de verwerkende nijverheid. De belangrijkste bronnen zijn organische solventen en gehalogeneerde organische verbindingen.

1.2 | Themaprofiel

Tabel 1 beschrijft de milieuproblemen gesteld door de chemische nijverheid per milieuthema. Voor elk thema worden de belangrijkste stoffen aangegeven die een rol spelen evenals de subsectoren of produktieprocessen waar deze stoffen vrijkomen en die de doelgroepen voor eventuele maatregelen zijn.

Tabel 1: Themaprofiel van de chemische nijverheid.

Milieuthema's	Stoffen	Doelgroepen
Verandering klimaat	CO_2	
	CFK's	Schuimrubberproduktie
Verzuring	SO_2, NO_x	Stookinstallaties;
		Petrochemische processen
		Anorganische basischemie
		(zwavelzuurproduktie)
Vermesting	Nutriënten in water	Meststoffenindustrie
		Industriële en landbouwchemicaliën
Gevaarlijke stoffen	Sommige KWS (benzeen,	
	PAK's, gechloreerde KWS)	Petrochemie
	Zware metalen	Anorganische basischemie
Afvalstoffen	Giftig en gevaarlijk afval:	Petrochemie
	solventen, gechloreerde KWS,	Anorganische basischemie
	zware metalen	
	Fosforgips	Anorganische basischemie
		(produktie van fosforzuur en fosfaten)

Waterverontreiniging	Organische stoffen (meestal moeilijk biochemisch afbreekbaar)	Petrochemie
	Nutriënten (N, P)	Petrochemie Meststoffenindustrie Industriële en landbouw-chemicaliën (o.a. gelatineproduktie)
	Zware metalen	Anorganische basischemie Verfindustrie
Bodemverontreiniging	KWS	
Hinder: stank	H_2S, mercaptanen, acrylaten	Petrochemie
Hinder: risico's	Ongevallen waarbij giftige stoffen vrijkomen	

Bron: RIVM, DRI.

2 | Maatregelen en instrumenten

Het is wenselijk dat vanuit beleidsoogpunt het vastleggen van kwaliteitsdoelstellingen voor de chemische sector voorafgegaan wordt door besprekingen over de technische mogelijkheden.

In het convenant dat de Nederlandse overheid in 1993 sloot met de chemische industrie zijn de opgenomen emissiereductiedoelstellingen niet fel gewijzigd ten opzichte van de doelstellingen in het NMP Plus, het Nederlandse milieubeleidsplan[4]. De technische reductiemogelijkheden waren voor het afsluiten van het convenant en voor het opstellen van het milieubeleidsplan in gespreksrondes besproken binnen de industrie.

Naast een afspraak over doelstellingen, bepaald in overleg met de overheid, is imagoverbetering een belangrijk motief bij het nemen van milieumaatregelen door de chemische industrie. Imagoverbetering is één van de redenen voor de uitbouw van het Responsible-Care-programma, dat in Vlaanderen door SIREV-FCN actief ondersteund wordt. Opdat de opzet van zo'n programma niet vrijblijvend zou zijn, is het nodig de door de bedrijven ingevoerde interne milieuzorgsystemen (IMZ) te certificeren. Erkende certificeerders kunnen er borg voor staan dat het IMZ in een bepaald bedrijf beantwoordt aan onafhankelijke normen. Deze normen komen zeer snel tot ontwikkeling in internationaal verband. Een ontwerpnorm in de ISO-9000-serie bestaat reeds. Bedrijven moeten zelf de beslissing nemen tot het uitbouwen van een IMZ. Invoering van overheidswege zou gemakkelijk aanleiding geven tot handhavingsmoeilijkheden en het verder belasten van het takenpakket van de milieu-administraties. Een correcte stimulans in de vorm van certificering lijkt effectiever en houdt het voordeel van "deregulering" in.

Bij de keuze en de uitwerking van de maatregelen houdt men rekening met de beoogde kwaliteit van het eindprodukt. Hierdoor kan de vraag verschoven worden naar de wenselijkheid en/of de noodzaak van het produkt. Voor vele van deze maatregelen zullen er zeker bepaalde 'trade-offs' zijn wanneer geen enkele maatregel de ideale oplossing blijkt te geven. In dat geval moeten maatregelen gekozen worden die rekening houden met de omvang en de controleerbaarheid van de milieu-impact.

Sommige van deze maatregelen kunnen reeds goed ingeburgerd zijn in de Vlaamse chemische industrie maar toch moet men streven naar een volledige penetratie van efficiëntere produktietechnieken. Het argument 'economische haalbaarheid' kan aanleiding zijn om bepaalde maatregelen te discrediteren. Deze economische haalbaarheid is echter een relatief begrip, afhankelijk van de huidige marktvoorwaarden. Bovendien kunnen wijzigende marktomstandigheden de haalbaarheid van een bepaald procédé of technologie ook gunstig beïnvloeden.

2.1 | Verandering Klimaat

De uitstoot van CO_2 kan verminderd worden door *energiebesparing* en door het verhogen van het aandeel van aardgas bij verbrandingsprocessen. De chemische industrie biedt een technisch potentieel voor energiebesparing, onder meer door de vervanging van boilers. Boilers kunnen vervangen worden door directe verhitting met elektriciteit of door met gas gestookte branders, vooral waar hitte nodig is voor korte onderbroken periodes. Het potentieel aan warmte-krachtkoppeling kan verder geëxploiteerd worden. Tabel 2 geeft een aantal voorbeelden van energiebesparingsmaatregelen in de chemische industrie.

De maatregelen voor het kraakproces, hier met cijfers voor de *etheenproduktie* geïllustreerd, gelden voor de petrochemie in het algemeen. Het energiegebruik voor de produktie van een ton etheen wordt geschat op 26,0 GJ per ton produkt (met aardgas als brandstof). Met een betere procesbeheersing, de introductie van computers en een betere meting van de procesomstandigheden, kan een energiebesparing van 5 % tegen 180 BF per GJ bereikt worden. Door de verbranding onder hoge druk te laten plaatsvinden wordt warmte van een hogere temperatuur verkregen. Daardoor stijgt de selectiviteit voor etheen, en kan een besparing van 4 % gerealiseerd worden. De investeringskosten bedragen 1 88 BF per GJ. Door het netwerk van warmtewisselaars te optimaliseren, kan een besparing van 3 % worden bereikt tegen een investering van 730 BF per GJ.

Een belangrijke evolutie is het operationeel worden tegen het jaar 2000 van keramische fornuizen met een grote oppervlakte/volumeverhouding, die, indien nafta als voeding wordt gebruikt, een energiebesparing van 10 % kunnen opleveren. De investeringskosten bedragen 2 750 BF per GJ.

Tabel 2: Klimaatverandering, voorbeelden van energiebesparingsmaatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
CO_2	o.a. kraken van nafta tot etheen en aromaten (petrochemie)	1. 'good housekeeping' (betere procesbeheersing, computersturing, betere meting van procescondities) 2. verbranding onder druk 3. optimalisering van netwerk van warmtewisselaars 4. nieuwe keramische fornuizen (toekomst)
	produktie van styreen (organische basischemie)	1. gebruik van alternatieve katalysatoren[a] 2. benutting restwarmte alkyleringsstap[a]
	opwekking stoom en elektriciteit(basischemie)	uitbating van het potentieel voor warmte-krachtkoppeling
	elektriciteit (motoren) (basischemie)	1. kleinere en energiezuinigere motoren[b] 2. betere controle van motoren[b] 3. aanpassing van pompen[b]
	ammoniaksynthese (stikstofkunstmest)	1. optimalisatie gebruik overtollige warmte 2. terugwinning waterstof 3. betere integratie van koude en warme stromen
CFK's HCFK's	produktie van styrofoam (schuimrubberproduktie)	blaasmiddelsubstitutie blaasmiddelterugwinning

a: effectiviteit = 14 %; 640 BF per GJ
b: effectiviteit = 10 %; 915 BF per GJ
Bron: RIVM, DRI.

De vervanging van bestaande processen door nieuwere kan ook tot de besparing van koolwaterstoffen als verbrandingsprodukt en als grondstof leiden.

Bij de produktie van *zwavelzuur* kan langs nieuwere procédés meer energie teruggewonnen worden (procédé mede ontwikkeld door Bayer).

Ook bij de produktie van ammoniak kan door het gebruik van nieuwe processen energie bespaard worden (proces ontwikkeld door ICI, Kellog). Het energiegebruik voor de synthese van *ammoniak* bedraagt ongeveer 49 GJ per ton stikstof, inclusief het energie-equivalent voor de koolwaterstoffen, meestal aardgas, die als grondstof gebruikt worden.

Het energiegebruik bij de ureumproduktie bedraagt 8 GJ per ton stikstof en bij de ammoniumproduktie 9 GJ per ton stikstof. Deze cijfers golden voor de Verenigde Staten in 1976. Een recent gebouwde fabriek gebruikt in totaal 43 GJ per ton N (stikstof), waarvan 25 GJ als grondstof.

Een mogelijke procesgeïntegreerde maatregel is het gebruik van de overtollige warmte van het convectiegedeelte van het kraakfornuis door de voor-kraker. De resulterende energiebesparing bedraagt 4 %, en de investeringskosten bedragen ongeveer 275 BF per GJ.

Waterstof kan uit de afgassen worden teruggewonnen met behulp van membranen (energiebesparing: 2 %, investeringskosten: ongeveer 100 BF per GJ). Een betere integratie van koude en warme stromen van de processen kan 3 à 5 % energie besparen, tegen investeringskosten van 550 BF per GJ. Eerder genoemde maatregelen leiden tot een energiegebruik van 39 GJ per ton stikstof voor de ammoniaksynthese en ook tot energiebesparingen bij de produktie van andere stikstofkunstmeststoffen zoals ureum, kalkammonsalpeter (KAS) en ammoniumnitraat (AN).

In Nederland heeft een vijftiental grote chemische bedrijven reeds sinds enkele jaren een intentieverklaring getekend met het ministerie van economische zaken om de energie-efficiëntie te verhogen met 2 % per jaar over de periode 1990-2000. Het niet-energetisch verbruik van brandstoffen wordt buiten beschouwing gelaten. Er is echter nog geen concrete invulling gegeven aan hoe deze doelstelling bereikt dient te worden. Een dergelijke afspraak kan ook met de Vlaamse chemische industrie gemaakt worden.

De belangrijkste doelstellingen met betrekking tot het gebruik van CFK's, HCFK's en halonen, zoals geformuleerd door de conferenties van Montreal en Kopenhagen, voorzien in de stopzetting van de produktie van CFK's in 1995 en van halonen en 1,1,1-trichloorethaan in 1996. Het verbruik en de produktie van HCFK's dienen op langere termijn afgebouwd te worden. Met het oog op internationaal erkende essentiële toepassingen kan een aantal van deze stoffen herbruikt worden. Aangezien het aantal producenten gering is, lijkt het het meest aangewezen een afspraak te maken met de betrokken industrie om de internationale doelstellingen te behalen. De kunststoffenindustrie kan de emissies reduceren door middel van blaasmiddelsubstitutie bij de produktie van kunstschuim (polystyreenschuim, polyurethaanschuim, polyethyleenschuim).

2.2 | Verzuring

De vorming van SO_2 kan verminderd worden door het gebruik van zwavelarme fossiele brandstoffen: aardgas, petroleumprodukten bereid uit zwavelarme aardolie, ontzwavelde petroleumprodukten.

De NO_x-emissies zijn in grote mate het gevolg van verbrandingsprocessen voor de opwekking van stoom en energie (kraken, alkenen, andere organische basischemica-

liën, anorganische chemie). De vorming van NO_x bij verbrandingsprocessen kan met 40 % tot 70 % verminderd worden door de parameters van het verbrandingsproces te wijzigen, met name de beschikbare zuurstof in de verbrandingszone te verminderen en de verbrandingstemperatuur te verlagen.

SO_2 en NO_x kunnen na hun vorming grotendeels uit de rookgassen verwijderd worden (90 %). De meest effectieve techniek is een combinatie van adsorptie van SO_2 en NO_x op actieve kool en katalytische reductie van de NO_x.

Ter beperking van de NO_x-emissies bij de produktie van *stikstofkunstmest* zijn de volgende twee maatregelen essentieel. Een optimale constructie en afstelling van de branders beperkt de uitstoot van thermische NO_x. Een optimale schone verbranding geeft een emissie van 100 à 125 g NO_x per GJ (gemeten als NO_2). In deze cijfers is het gebruik van spuigas als stookgas voor de buisoven inbegrepen. Indien spuigas gebruikt wordt om de buisoven te ondervuren, dan verbrandt het ammoniak daarin tot NO_x. Een tweede mogelijkheid om de NO_x-emissies te reduceren, is de minimalisatie van de hoeveelheid ammoniak die als component van het spuigas in de buisoven wordt verbrand. De meest toegepaste methode om NH_3 uit het spuigas te verwijderen, is spuigaswassing. Het NH_3-gehalte kan zo gereduceerd worden tot 0,05 % en de bijdrage ervan aan de NO_x-emissie kan worden beperkt tot ongeveer 0,7 kg per ton geproduceerd NH_3.

Bij de *salpeterzuurproduktie* kan een lage NO_2-emissie bereikt worden door het toepassen van hoge druk en een lage temperatuur in de absorptie-eenheid, een overmaat van zuurstof in het gehele proces tot en met de absorptie-eenheid, en een grote capaciteit van de absorptiekolom. De eerste maatregel bevordert de oxydatie van NO tot NO_2 en de absorptie van NO_2. Door een optimale combinatie van bovengenoemde factoren kan de NO_x-emissie beperkt blijven tot minder dan 350 ppm in de afgassen, ofwel ongeveer 2,5 kg per ton 100-procentig salpeterzuur uitgedrukt als uurgemiddelde in zomerse omstandigheden. Indien de eerdergenoemde koeling wordt toegepast, wat niet steeds mogelijk is, dan kan een niveau van ongeveer 200 ppm en minder worden bereikt. Nabehandeling van de spuigassen kan plaatsvinden door katalytische reductie, natte wassing, adsorptie, of thermische reductie.

Tabel 3: Luchtvervuiling met verzurende emissies, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
SO_2, NO_x	stookinstallaties (basischemie)	energiebesparing
SO_2	stookinstallaties (basischemie)	1. ontzwavelde brandstoffen (SO_2) 2. technieken voor rookgaswassing
NO_x	stookinstallaties (basischemie)	1. lage-NO_x verbrandingskamers 2. katalytische denox installatie 3. (research) NO_x-reductie gasturbine d.m.v. stoominjectie
NO_x	buisoven ammoniakfabriek (stikstofkunstmest)	1. optimale afstelling en constructie van de branders 2. spuigaswassing ter verlaging ammoniakgehalte verbrande spuigas
NH_3	ammoniak, ureum, AN, AS, KAS, MAN (stikstofkunstmest)	vermindering lekverliezen door zorgvuldige constructie, inspectie en onderhoud
SO_x, H_2SO_4	produktie van zwavelzuur (anorganische basischemie)	1. proces: vervanging van eentrapsabsorptie door twee- of later drietrapsabsorptie 2. proces: gebruik van actievere katalysatoren 3. afgaswassing

Bron: RIVM, DRI.

Naast de emissies van NO_x komt er bij de *ammoniakfabricage*, de *ureumproduktie* en de produktie van *andere kunstmeststoffen* (AN, AS, KAS, MAN) ook NH_3 vrij door lekverliezen. Lekverliezen dienen tot een minimum beperkt door een zorgvuldige installatie, inspectie en onderhoud van de fabriek (o.a. compressiesectie voor de synthesereactor bij de NH_3 fabricage).

De afgassen van de *zwavelzuurproduktie* bevatten als voornaamste vervuilende componenten SO_2 (belangrijkste emissie), SO_3 en H_2SO_4. De SO_2-emissie kan verminderd worden door de omzettingsgraad tot SO_3 te verhogen door over te schakelen van één naar twee absorptietorens, namelijk van het enkelcontactproces naar het dubbelcontactproces (ongeveer 75 % reductie van de emissie). Drie absorptietorens zijn ook mogelijk maar op dit moment niet rendabel. Bij één-, twee-, en drietrapsabsorptie is de conversiegraad van SO_2 tot SO_3 respectievelijk 99,70 %, 99,95 % en 99,98 %. De SO_2-emissie bij het enkelcontactproces bedraagt 13,0 kg SO_2 per ton, bij het dubbelcontactproces 3,5 kg per ton. Een andere procesgeïntegreerde maatregel is het gebruik van een actievere katalysator, waarvan echter de effectieve bijdrage tot de emissiereductie nog verder vastgelegd moet worden.

Nageschakelde technieken zijn de ammoniakale wasser, de kalksteenwassing, het Degussa-proces, de waterwassing of de loogwassing. De voordelen van een ammoniakale wasser zijn het terugwinnen van SO_2 en SO_3 die opnieuw gebruikt kunnen worden en het ontbreken van een afvalwaterstroom. Nadeel is het NH_3-verbruik dat bij de produktie veel energie vraagt. Bij kalksteenwassing ontstaat een spuistroom die door een afvalwaterbehandelingsinstallatie behandeld zal moeten worden. Het Degussa-proces is interessant indien het geproduceerde zwavelzuur ongezuiverd in een ander proces gebruikt kan worden. Loogwassing produceert eventueel natronloog dat weer in de absorber gebruikt kan worden. De nageschakelde technieken zijn gebaseerd op het uitwassen van het SO_2 uit de afgassen met een waterige oplossing (ammoniak, kalkmelk, waterstofperoxyde, water, loog). Deze technieken kunnen een emissiereductie geven tot ongeveer 90 %. De kosteneffectiviteit van de rookgasreinigingstechnieken is afhankelijk van de SO_2-concentratie in de afgassen, de gebruikte wastechniek, de schaalgrootte van de afgasreinigingsinstallatie, enz.. Bij lagere concentratie van SO_2 in de afgassen (bv. dubbelcontactproces) zal de kosteneffectiviteit (kosten per ton SO_2) hoger liggen dan bij een hoge concentratie (bv. enkelcontactproces).

2.3 | Verspreiding van gevaarlijke stoffen

VOS kunnen met verscheidene technieken uit de afvalgassen verwijderd en gerecupereerd worden: condensatie, absorptie in een vloeistof of adsorptie/desorptie (vooral op actieve kool). Als deze oplossingen niet toepasbaar zijn, kunnen de organische stoffen verwijderd worden door verbranding of katalytische oxydatie. Mogelijke procesgeïntegreerde oplossingen verschillen sterk van proces tot proces. In tabel 4 volgen enkele voorbeelden.

Bij de produktie van *aromaten* zijn de emissies van benzeen, tolueen en xylenen de meest optredende procesemissies. Welke emissies juist optreden, hangt af van welke produkten precies geproduceerd worden en welke grondstoffen gebruikt worden. Bijvoorbeeld, indien 'steam cracked' nafta als grondstof wordt gebruikt (naast xyleenrijke en benzeen/tolueenrijke stromen), dan moet die eerst gezuiverd worden. Bij de zuivering ontstaan emissies van methaan en PAK's. Indien benzeen omgezet wordt in cyclohexaan (gebruikt als oplosmiddel), dan vinden er tevens emissies van cyclohexaan plaats. Naast de procesemissies zijn er emissies door het tankerpark (o.a. BTX en niet aromatische KWS) en fakkelemissies (niet-aromatische KWS). Benzeen, tolueen en xyleen-emissies van het tankerpark kunnen door middel van het aanbrengen van dichtingen tussen tank en drijvend dak beperkt worden. Totale KWS vereist een monitoring programma eigen aan het bedrijf in kwestie.

BP beëindigde recent de ontwikkeling van een nieuw *polyethyleenproces* waarbij de uitstoot van koolwaterstoffen in de lucht 96 % lager is dan voorheen. De technologie wordt nu onder licentie aangeboden.

Tabel 4: Luchtvervuiling met gevaarlijke stoffen, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
Verscheidene KWS (lekverliezen)	kraken, etheen (petrochemie)	1. dubbele afdichtingen op pompen 2. fakkel: stroomdetectie ter vermindering aanbod aan fakkel
Aromatische KWS (benzeen, tolueen, cumeen)	aromaten (organische chemie)	1. verbeterde afdichting compressor 2. vermindering lekverliezen pompen en afsluiters 3. tanks: intern drijvende daken 4. tanks: dubbele afdichting op drijvende daken 5. tanks: stikstofatmosfeer in opslagtanks met intern drijvend dak
Verscheidene KWS	intermediaire produkten (bv. polyglycolen, epichloorhydrine, styreen, ethylbenzeen, en vele andere) (organische chemie)	buiten voorgaande maatregelen: 1. terugvoer van restgassen en ontsnappende gassen naar proces 2. waterscrubbers (adsorptie met actieve kool), biologische reiniging (absorptie door water gevolgd door biologische reiniging), enz. 3. incineratie van afgassen, ventgassystemen
Vinylchloride	PVC(kunststoffen)	1. seal-water of seal-oliesysteem op dichtingen van pompen, compressoren en roerwerken 2. 'good housekeeping' 3. installatie: zorgvuldige constructie
o.a. Alifatische KWS, polyethyleen, etheen	polyethyleen: LDPE, LLDPE (kunststoffen)	proces: verbetering vacuümsystemen om meer oplosmiddelen uit gegranuleerde plastics te halen (nog niet operationeel)
Styreen (droogsectie) butadieen (opslag)	synthetische rubbers op basis van styreen en butadieen (synthetische rubbers)	1. (butadieen) dubbele asafdichting reactor-roerwerken, vaten en pompen 2. (styreen) katalytische naverbranders voor opwerkingsstraat (verwachte emissiereductie: 95 %)

Bron: RIVM, bewerking DRI.

De emissies van fluoriden bij de aanmaak van *fosforzuur* kunnen vermeden worden door toepassing van natte gaswassers. De effectiviteit loopt op tot 97,5 à 99,0 % van de emissies. De natte wassers hebben wel het nadeel van de afvalwaterstroom, alhoewel het resulterende kiezelfluorwaterstofzuur gebruikt kan worden voor de produktie van fluorzouten. Droge-adsorptiesystemen zoals gebruikt in de primaire aluminiumindustrie kunnen ook in de chemie toegepast worden. Zij hebben over het algemeen een hoger rendement dan de natte gaswassers.

Indien bij de produktie van *zwavelzuur* niet alleen schone zwavel verbrand wordt, maar ook de afgassen van andere processen (zinkproduktie, molybdeen, cokes- en restzuurverbranding), dan kunnen de afgassen zware metalen (in geval van ertsen), gechloreerde koolwaterstoffen (in geval van restzuren) en PAK's (in geval van restzuren) bevatten. Deze emissies kunnen het best vermeden worden door een natte gaswasser aan het begin van het proces te plaatsen (zuivering van de binnenkomende grondstoffenstroom).

De afvoer van lucht bij de *chloorproduktie* bevat chloorgas. De gassen kunnen met een natronloogoplossing in een zogenaamde chloorvernietigingsinstallatie gewassen worden, waarbij het chloor reageert tot hypochloriet. De lucht die daarna naar de atmosfeer wordt afgelaten bevat nog een kleine hoeveelheid chloor (ong. 6 mg per m^3). Naast chloor worden zowel bij het membraanproces, het kwikcelproces en het diafragmaproces dichloormonofluormethaan en H_2 naar de lucht geëmitteerd. De emissies van H_2 zijn bij het kwikcelproces bijna onbestaande, maar de emissies van dichloormonofluormethaan zijn een factor 6 hoger dan bij het membraanproces en het diafragmaproces. Bij het diafragmaproces ontstaan emissies van tetra (chloormethaan) door verliezen bij de absorptie/distillatie bij de zuivering van het geproduceerde chloorgas. Indien men rekening houdt met alle emissies, namelijk naar water en lucht en in het afval, dan is de vervanging van de andere processen door het membraan-elektrolyseproces een belangrijke optie.

Bij *farmaceutische processen* zoals opslag, reiniging van vaten, filtratie, destillatie met condensor en verdamping belangrijke emissiebronnen van oplosmiddelen.

De belangrijkste stoffen zijn aromatische koolwaterstoffen (zoals tolueen en benzeen) en gechloreerde koolwaterstoffen (meestal dichloormethaan, 1,2-dichloorethaan, tetrachloormethaan, trichloorethaan). Deel- of eindstroomzuivering omvat bijvoorbeeld. biologische eindstroomzuivering voor water, adsorptie van de KWS aan actieve kool, biofilters en verbrandingsinstallaties voor luchtstromen. Een procesgeïntegreerde maatregel is de vervanging van milieugevaarlijke oplosmiddelen door geschiktere alternatieven (bv. door bij de ontwikkeling van nieuwe processen minder de gechloreerde verbindingen te kiezen). Mogelijke procesveranderingen zijn een verbeterde afstemming van de dampaanvoer en de condensatiecapaciteit bij de terugwinning van de oplosmiddelen door destillatie, reductie van verdampingsverliezen, en een verbetering en verdergaande toepassing van fasenscheiding. De kosten verbonden aan het toepassen van "maatregelenpakketten" werd berekend door het RIVM. Een pakket met vooral procesgeïntegreerde maatregelen kost 40 BF per kg en het pakket dat daarnaast ook zuiveringstechnische maatregelen bevat kost 180 BF per kg. Deelstroomzuivering van het proceswater voor zware metalen (vooral zink, nikkel) kost 3 700 BF per verwijderde kg. Research die in de toekomst verdere reducties van emissies mogelijk moet maken betreft de biotechnologie (die in plaats van chemische technologie bij de processen kan worden ingezet), het benutten van alternatieve procesroutes voor bepaalde produkten, en de ontwikkeling van droge vacuümpompen (beperking van verliezen bij processen onder vacuüm).

De emissies van oplosmiddelen bij de *verfindustrie* zal verminderen door een verdere verschuiving van oplosmiddelhoudende naar watergedragen, 'high-solids'- en poedercoatingverven. Poederverven bevatten geen oplosmiddelen en worden elektrostatisch aangebracht. Verwacht wordt dat bijvoorbeeld. het organisch oplosmiddelgehalte van latexverf en lakverf zal dalen. Het knelpunt bij het onderzoek naar schone grondstoffen is dat er voldaan moet worden aan de kwaliteitsvereisten voor de verftoepassing in kwestie. Andere manieren om de emissies te reduceren zijn open processen vervangen door gesloten processen, "good housekeeping", het toepassen van dampretoursystemen, de schoonmaak/spoelfase deel laten uitmaken van het produkt, selectieve produktielijnen (hetgeen minder schoonmaken impliceert), hoge-drukreinigingssystemen, en gesloten reinigingscabines voor containers en vaten. Het overschakelen op gesloten systemen is een belangrijke factor voor de veiligheid van de werknemers. De belangrijkste ontwikkeling is de overgang op verfsystemen met een lager gehalte aan organische oplosmiddelen zoals poederverven en watergedragen verven.

Ter beperking van de stofemissies bij de produktie van *kunstmeststoffen* (tabel 5) worden meestal doekfilters, cyclonen en natte stofvangers gebruikt. De cyclonen zijn

relatief goedkoop, maar verwijderen alleen grote deeltjes met een rendement van 90 % en hoger. Zij moeten meestal gevolgd worden door een andere techniek. Doekfilters kunnen zeer kleine stofdeeltjes vangen. Natte stofvangers zijn het meest geschikt voor vochtige gassen en tevens wanneer schadelijke gassen uitgewassen moeten worden. Een procesgeïntegreerde oplossing is de beperking van de emissies uit de priltoren door een optimale constructie, het voorzien van stofvangers, een laag luchtdebiet in de toren en het proberen de vorming van kleine deeltjes tegen te gaan (die duurder zijn om te verwijderen met de nageschakelde technieken).

Tabel 5: Luchtverwuiling, stofemissies, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
stof	ureum, urean, KAS (stikstofkunstmest)	1. doekfilters, cyclonen of natte stofvangers 2. optimale constructie van priltorens
stof	oplossen en mengen, en opslag van droge stoffen (verfindustrie)	doekfilters, cyclonen

Bron: RIVM, DRI.

Ook in de *verfindustrie* kunnen stofemissies opgevangen worden in een cycloon of een doekfilter, of in een combinatie ervan. Omdat het afgevangen stof ook zware metalen bevat is het niet geschikt voor verdere verwerking en moet het afgevoerd worden als chemisch afval.

2.4 | Afval

Vast afval komt in een grote verscheidenheid vrij in de chemische industrie. Het gaat zowel om procesafval dat chemische contaminanten bevat, als om niet-chemisch afval (huishoudelijk, sloopafval, verontreinigde grond).

Tabel 6: Afvalstoffen, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
giftig en gevaarlijk afval: solventen, gechloreerde KWS, zware metalen	(petrochemie, anorganische basischemie)	1. efficiëntere processen 2. recyclage 3. verbranding
fosfogips	fosforzuur en fosfaten (anorganische basischemie)	1. 'schoon' fosforzuurproces 2. gebruik van afvalgips[a]

[a]: Reeds toegepast in Vlaanderen.
Bron: RIVM, bewerking DRI.

De Duitse chemische bedrijven verbranden een groot deel van hun afval (bv. waterzuiveringsslib) in grootschalige installaties uitgerust met uitgebreide rookgasbehandelingssystemen. De verbranding verkleint het volume en breekt vele verbindingen af, maar de rookgassen bestaande uit verbrandingsgassen en allerhande reststoffen van het verbrande materiaal leiden ook tot bepaalde milieuproblemen (schadelijke luchtemissies van zware metalen, dioxinen, enz.). In Vlaanderen wordt verbranding van afval uit de chemische nijverheid slechts weinig toegepast.

Schone processen kunnen een belangrijke bijdrage leveren tot het verminderen van de hoeveelheid geproduceerd vast afval, aangezien zij over het algemeen gekarakteriseerd worden door een kleiner grondstofverbruik voor dezelfde hoeveelheid eindprodukt, een lager gebruik van hulpstoffen, een verminderde produktie van nevenprodukten, en een verhoogde kwaliteit van het produkt en dus minder 'off grade' produkt. Grote chemische bedrijven uit de petrochemie en de basischemie zijn in het

algemeen goed op de hoogte van beschikbare schone technologieën voor hun produktieprocessen en/of voeren onderzoek uit naar schone procestechnologieën. Voor kleinere bedrijven in de parachemie zou de toegang tot databanken met schone technologieën en milieuvriendelijke produkten een oplossing bieden voor het informatieprobleem.

Ter vermindering van het cadmiumgehalte in het afvalgips van de *fosforzuurproducenten* kan fosfaaterts met een laag cadmiumgehalte gebruikt worden. Dit erts is beperkt beschikbaar op de markt en duur. De industrie kan ook kiezen voor een schoner fosforzuurproces[5] dat gebruik maakt van de hemihydraatroute in plaats van de dihydraatroute. Het hemihydraat biedt de mogelijkheid tot omkristallisatie naar dihydraat waarbij het cadmium selectief in het fosforzuur terechtkomt. Daarna dient het cadmium door middel van zuurreinigingstechnieken uit het fosforzuur verwijderd te worden. Een belangrijk neveneffect van het proces is dat de fosfaatlozingen met de helft gereduceerd worden. Van belang is tenslotte dat de gevaarlijke bestanddelen ook vrijkomen bij het gebruik van het geproduceerde kunstmest in de landbouw. Door gebruik van het 'schone' proces wordt dit vermeden. Voor het schone gips kunnen gemakkelijker dan voor vervuild gips toepassingen gevonden worden[6], onder andere in de bouwsector. Rhône-Poulenc onderzoekt in het kader van het Life-programma van de Europese Unie hoe het afvalgips gevaloriseerd zou kunnen worden in de bouwsector.

Men kan ook gebruik maken van een ander ontsluitingsproces van het erts dan langs fosforzuur, namelijk door te ontsluiten met salpeterzuur. In dat geval ontstaat er geen gips en komt al het cadmium in het produkt terecht. Dit procédé wordt toegepast door BASF in Antwerpen. Thermisch ontsluiten leent zich vanwege de hoge energiekosten alleen voor de produktie van hoogwaardige fosfaten (bv. wasmiddelen).

Het afval in de *verfindustrie* bestaat onder andere uit onbruikbaar geworden grondstoffen en produkten, stof uit de cyclonen en de stoffilters, vuile verdunningen (onbruikbare oplosmiddelen) afkomstig van de procesapparatuur en verpakkingsafval. Een groot deel van het afval is chemisch afval (ongeveer 50 % geschat naar gewicht van de totale afvalstroom). Door vermindering van het oplosmiddelgebruik en -gehalte zal dat deel van het afval afnemen. Verdere automatisering en mechanisering van de processen laat betere beheersing van de afvalstromen toe (afvalpreventie).

2.5 | Waterverontreiniging

Een beter beheer van het gebruik van water in de produktie (lekken dichten, opsporen van overmatig watergebruik, hergebruik van water) kan het totale waterverbruik aanzienlijk verminderen. Bijkomende voordelen zijn verminderde maar wel geconcentreerdere waterverontreiniging en lagere kosten van waterbehandeling (een intensiever gebruik van water verlaagt de te behandelen hoeveelheden en verhoogt de vuilconcentratie wat zuivering makkelijker maakt).

Niet-biodegradeerbare bestanddelen in het afvalwater worden het best verwijderdd op de plaats van het produktieproces met kleinschalige technieken die dichtbij het betreffende produktieproces ingeschakeld worden. Deze technieken zijn onder meer coagulatie, adsorptie, ionenwisseling, chemische oxydatie en membraantechnieken. Ze bieden het voordeel van selectiviteit en mogelijk hergebruik van de uit de afvalstroom verwijderde stoffen. Dit is niet het geval in grote gecentraliseerde installaties, die gemengde afvalstromen vanuit een geheel chemisch complex moeten verwerken.

De precieze toepassing van deze technieken (keuze van additieven, katalysatoren, enz.) wordt op de aard van het te behandelen afvalwater afgestemd. Nadat de giftige bestanddelen verwijderd zijn, kunnen de meeste organische stoffen evenals stikstof- en fosforverbindingen biochemisch afgebroken worden. Dit gebeurt in gecentrali-

seerde zuiveringsinstallaties van het bedrijf of van de gemeenschap. Bijvoorbeeld, de KWS emissie naar water bij de produktie van *aromaten* gebeurt door middel van 'skimming' en zuivering met actieve kool-filter, waarna een biologische eindzuivering plaatsvindt.

De emissie naar het oppervlaktewater bij de *chloorproduktie* is afhankelijk van de gebruikte produktietechniek, maar in alle gevallen zullen er zouten, actief chloor en loog in het afvalwater zitten. De lozingen van kwik bij het kwikcel-elektrolyseproces kunnen het best vermeden worden door over te schakelen op het membraan-elektrolyseproces. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat bedrijven deze overschakeling zullen maken alvorens de bestaande installaties economisch afgeschreven zijn, kan in het geval van het kwikcelproces het afvalwater ontkwikt worden. Indien koelwater geloosd wordt in een naar verhouding kleine waterloop kan het plaatsen van koeltorens nodig zijn.

De emissies naar water van grondstoffen, oplosmiddelen en zware metalen bij de *verfindustrie* gebeuren tijdens het reinigen van de installaties. De kosten voor de waterzuivering, met behulp van elektroflotatie en ontwatering bedragen 90 à 275 BF per te behandelen m^3. Concentraties van 0,1 mg cadmium per liter, 2,0 mg chroom per liter, 1,0 mg cumeen per liter, 3,0 mg zink, 40,0 mg fenol per liter, enz. zijn haalbaar met behulp van deze technieken. Vele verffabrikanten zijn KMO's en een knelpunt voor de invoering van procesgeïntegreerde technieken is een gebrek aan informatie over de mogelijkheden. Het toegankelijk maken van informatie in verband met BAT (Best Available Technology) en BEP (Best Environmental Practices) door de overheid kan hier een oplossing bieden.

Tabel 7: Waterverontreiniging, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Procesvoorbeelden (doelgroep)	Maatregelen
organische stoffen (meestal moeilijk afbreekbaar)	etheen, aromaten, ethyleenoxyde, styreen, polyglycolen (petrochemie, overige organische basischemie)	1. scheiding koelwater en afvalwater 2. sluiten van waterkringlopen biochemisch en hergebruik van water 3. fenolverwijdering met actieve kool of biologische zuivering (bv. etheen) 4. aanpassing spoelprogramma's en -systeem (bv. ethyleenoxyde, styreen) 5. verwerking afvalwater via stripper 6. beperking koelwaterspui door monitoring 7. (centrale) biologische zuivering
KWS	aromaten (organische basischemie)	1. afschuimen en adsorptie met actieve kool 2. (centrale) biologische eindzuivering
arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, zink	fosforzuurproduktie, SSP en TSP (fosfaatmeststoffen)	1. gebruik van cadmiumarm fosfaaterts[a] 2. 'schoon' fosforzuurproces[b] 3. gebruik van hoog renderende procédés 4. vervanging door ontsluiting met salpeterzuur[c] 5. vervanging door thermische ontsluiting[d]
nutriënten (N, P)	(kunstmeststoffen)	1. ionenwisseling (zware metalen, arseen- en fosforverbindingen 2. adsorptie op actieve kool 3. stikstofverbindingen: stripping (toevoeging kalk) 4. fosforverbindingen: neerslag na toevoeging kalk 5. (centrale) biologische zuivering

zouten, chloor, loog, kwik	chloor (anorganische chemie)	1. overschakeling naar membraanelektrolyse-proces
chroom, koper, zink, lood, nikkel	reinigen (verfindustrie)	2. ontkwikken (kwikcelelektrolyseproces) watergedragen verf: waterzuivering, electroflokatie, ontwatering

[a]: In Vlaanderen gebruikt de chemische nijverheid reeds cadmiumarm fosfaaterts.

[b]: Het 'schoon' proces is echter op dit ogenblik technisch en ekonomisch niet verantwoord bij gebruik van cadmiumarm fosfaaterts.

[c]: De ontsluiting met salpeterzuur resulteert in fosforzuur voor niet hoogwaardige toepassingen (bv. meststoffenproduktie).

[d]: Deze maatregel is dan weer energieverslindend (zie de opmerking in verband met trade-offs bij de keuze van maatregelen).

Bron: RIVM, bewerking DRI.

2.6 | Bodemverontreiniging en -aantasting

Bodemvervuiling treedt op zowel vanuit de processen als vanuit opslagtanks. Het reduceren van deze emissies kan gebeuren door processen zo veel mogelijk gesloten te laten verlopen en 'good housekeeping' om lekken en morsen zo veel mogelijk te vermijden. Lekken allerhande (bv. in de basischemie bij processen onder hoge druk, dichtingen) kunnen vermeden worden door nauwgezette constructie van de installaties.

Tabel 8: Bodemverontreiniging, voorbeelden van maatregelen in de chemische nijverheid.

Stoffen	Maatregelen
KWS, toxische stoffen	1. proces: vermijden van lekken, morsing 2. installaties: zorgvuldige constructie 3. tankpark: tankbodem, geïsoleerd van afvoersystemen

Bron: RIVM, bewerking DRI.

2.7 | Hinder: risico's

Exploitanten die onder bijlage 5 van VLAREM I[7] vallen, dienen alles in het werk te stellen om ongevallen te voorkomen en de gevolgen van ongevallen voor mens en milieu zoveel mogelijk te beperken. Indien zij gevaarlijke stoffen produceren zoals opgenomen in bijlage 7 van VLAREM I[8] (lijst van 180 produkten) dienen zij een veiligheidsrapport op te stellen. VLAREM II bevat verdere richtlijnen, onder andere in verband met de zonering van bedrijven die gevaarlijke produkten produceren of gebruiken.

Aangezien menselijk falen een belangrijke factor is die aan de oorzaak ligt van ongevallen in risicobedrijven, is het belangrijk dat management en organisatie van de onderneming terdege rekening houden met ongevallenpreventie. Interne milieuzorgsystemen komen aan deze behoefte tegemoet daar zij bij uitstek gericht zijn op het integreren van milieu- en veiligheidsaspecten in het beleid en de operaties van een bedrijf.

Referenties

1 VMM, Emissiejaarverslag 1992, VMM, Erembodegem.

2 VMM, Resultaten emissiemeetnet 1991, VMM, Erembodegem.

3 OVAM, Sectoranalyse voor de chemische nijverheid. Voorlopige versie, OVAM, 1993.

4 Biekart J.W., Bedrijfstak chemische industrie. Bijlage 1 bij het rapport van het NMP-90 en de industrie, Stichting Natuur en Milieu, Utrecht, 1993.

5 VROM, RIZA, RIVM, Procesbeschrijvingen industrie. SPIN project, RIVM, Bilthoven, 1992-1993.

6 De Groote W., Hergebruik van de prioritaire industriële afvalstromen fosforzuurgips en vliegas. Onderzoek uitgevoerd door de v.z.w. Arbeid en Milieu in opdracht van de Koning Boudewijn Stichting, Brussel, 1990.

7 VLAREM I, bijlage 5: Lijst van de categorieën van inrichtingen met een industriële activiteit waarvoor maatregelen ter voorkoming van zware ongevallen dienen getroffen te worden (EG-richtlijn 82/501/EEG van 24 juni 1982 inzake de risico's van zware ongevallen bij bepaalde industriële activiteiten).

8 VLAREM I, bijlage 7: Lijst van gevaarlijke stoffen inzake de risico's van zware ongevallen bij bepaalde industriële activiteiten (artikel 7 Vlarem).

Begeleiders

G. Borighem, SIREV-FCN

E. Meeussen, Bayer Antwerpen

C. Vandecasteele, Dep. Chemische Ingenieurstechnieken, KUL

IV.5 Industriesector basismetaal

C. Buelens, Departement MTM, KUL

In dit hoofdstuk identificeren we de produktieprocessen en bijbehorende milieuverstorende effecten identificeren en mogelijke maatregelen. Het huidig milieubeleid betreffende de ferro- en non-ferro-industrie wordt besproken en geëvalueerd. Tenslotte beschrijven we nieuwe mogelijkheden waarbij de betrokkenheid van de belangrijkste actoren wordt aangegeven.

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Algemeen, voor heel de sector

De milieuverontreinigingen van metallurgische processen worden bepaald door het te verwerken metaal, de gebruikte technologie en de hiervoor aangewende installatie. Wij nemen aan dat het type van nevenprodukten en residuen of de aard van emissie vergelijkbaar zal zijn voor gelijkaardige processen. In tabel 1 zijn deze per proces weergegeven waarbij benadrukt wordt dat de samenstelling en de grootte van de verontreiniging afhangt van de combinatie metaal / gebruikte technologie. De samenstelling van de emissie wordt onder andere zeer sterk bepaald door het verwerken van ferro of non-ferro, arme of rijke en primaire of secundaire grondstoffen. Bij de eerste verwerking van metalen (EVM), onmiddellijk stroomafwaarts van de ferro en non-ferro-industrie treden dezelfde verontreinigingen op. Belangrijk zijn hier ook de snij- en slijpprocessen (met stof, koelvloeistoffen, materiaalverlies en slijpmateriaal) en de reinigingsprocessen zoals stralen of chemisch reinigen (stof, oxydemateriaal en afvalwaters) en de gieterijen (met het oude vormzand). Twee vormen van milieuverstoring zijn tevens van belang, namelijk lawaai en bodemverontreiniging.

De aard van de produktieactiviteiten van de ferro- en non-ferrometaalsector impliceert allereerst emissies naar lucht en water. Van de SO_2-emissies in Vlaanderen kwam 13 % van de basismetaalsector in 1991. Voor NO_x -emissies bedroeg het aandeel 1,7 % en voor VOS in totaal 1,75 % waarbij 0,25 van verbranding en 1,5 van processen. De evolutie van de emissies naar de lucht is weergegeven in tabel 2.

De emissies daalden drastisch tussen 1975 en 1985 vanwege procesverbeteringen en gebruik van minder zwavelrijke brandstoffen. Figuur 1 geeft de emissies van metalen naar lucht voor de volledige sector weer. Deze gegevens uit de emissieïnventaris zijn indicatief.

Tabel 1: Algemeen voorkomende nevenprodukten en emissies bij basisactiviteiten in de metaalsector.

Proces/activiteit	Nevenstromen	Emissies
opslag en transport:		
grondstoffen	stof	diffuse emissies naar
schroot	afval van verpakking	lucht en water
hulpstoffen		
roosten		procesgassen
sinteren	stof	verbrandingsgassen
		proceswater
reductieprocessen	slakken	koelwater
gieterij	vormzand	afvalwater
smelterij		
koelproces		
lucht	stof	gassen
water	slib van metaaloxydes	afvalwater
beitsproces	hydroxydeslib	damp
		procesoplossingen
		spoelwater
algemeen onderhoud	algemene fabrieksafval	
vernieuwing	afvalolie	
afbraak	afvalmateriaal	afvalwater
	vuurvast materiaal	
	metaalschroot	

Bron : MTM.

Tabel 2: Evolutie van de emissies van de ferro-, non-ferro-, en cokesfabrieken in Vlaanderen (1985-91)

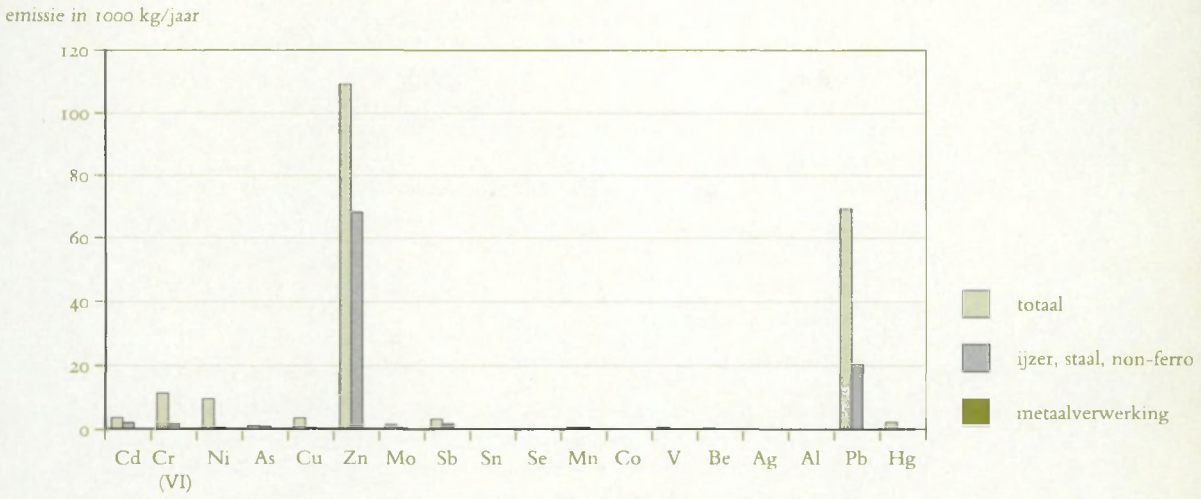
	Jaar						
Emissies in kton	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
SO_2-emissies							
- processen	26,554	26,459	26,460	29,826	28,067	28,678	23,037
- stookinstallaties	4,473	5,413	3,149	4,439	2,492	2,776	3,636
- totaal	31,027	31,872	29,609	34,265	30,559	31,454	26,673
NO_x-emissies							
- processen	2,872	2,413	2,644	2,908	2,818	2,867	2,176
- stookinstallaties	0,972	0,855	0,765	0,747	0,714	0,757	0,739
- totaal	3,844	3,268	3,409	3,655	3,532	3,624	2,915

De metaalindustrie veroorzaakt ook *geluidshinder*. De metaalverwerkende industrie[6] (bewerking, recyclage, smidsen, galvanisatie, enz.) was goed voor 12 % van de geluidsklachten vanwege 'hinderlijke inrichtingen' (de industrie). Deze inrichtingen waren verantwoordelijk voor 67 % van de totale klachten over geluidshinder.

De *bodemverontreiniging* rond actieve of voormalige fabrieken, op de eigen fabriekster-reinen of op stortplaatsen, vormt voor de metaalsector een belangrijk gegeven. Door atmosferische depositie van zware metalen, zoals Cd en Zn, As en Pb, gedurende vele tientallen jaren van industriële activiteit, hebben zware metalen zich in de bodem rond ferro- en non-ferrobedrijven opgehoopt[6].

Metaalafval en zeker het intern schroot worden vrijwel volledig gerecycleerd. Er wordt eveneens gestreefd naar het valoriseren van zoveel mogelijk nevenprodukten en het recupereren van waardevolle metalen uit slib of proceswaters (tabel 3).

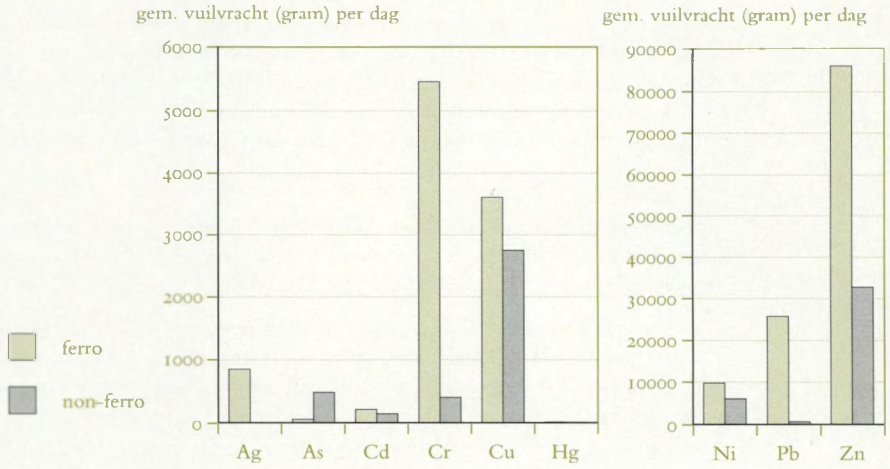
Figuur 1: Luchtemissies van metalen in Vlaanderen in 1991.



Bron: Emissieinventaris 1992, VMM[4].

Figuur 2 toont de *emissies naar het water* veroorzaakt door deze sector. De belangrijke vrachten in deze sector betreffen de vuilvrachten voor zink, nikkel en lood[5]. Deze waarden worden verder besproken per deelsector.

Figuur 2: Lozing industriële afvalwaters (metalen) door ferro- en non-ferrosector.



Bron: Emissiemeetnet (water) 1991, VMM[5].

Tabel 3: Recuperatiemogelijkheden in de sector ferro, non-ferro en EVM.

Afvalstroom	Recuperatie
Stof	sterk afhankelijk van samenstelling
Schroot	recyclage van metalen
Slakken	versteviging in wegfundaties
Slib van metaaloxydes	geen informatie
Waterzuiveringsslib	zie 1.2
Gieterijzand	mechanische recuperatie / thermisch procédé / gebruik in bouwstoffen (afhankelijk wetgeving)

Bron: MTM.

1.2 | Specifiek per deelsector

Ferrosector

De ferrosector produceert ruw ijzer, staal en roestvrije staalsoorten (RVS). Hoewel het metaal ijzer niet tot de gevaarlijke stoffen behoort, veroorzaken de procestechnieken in de sector tal van emissies en nevenprodukten. Deze sector is daarenboven een groot energie-, grondstoffen- en waterverbruiker. Uitstoot van verbrandingsgassen, vervuiling van water, stof en slakproduktie zijn de belangrijkste gevolgen. Vóór 1985 gebeurden reeds zware investeringen door het introduceren van de modernste waterzuiveringsmethodes en belangrijke ontstoffingsinstallaties. Een drastische vermindering van het brandstofverbruik met 40 % per ton geproduceerd staal was het resultaat van procesaanpassingen en optimale keuze van de brandstof.

De SO_2-emissie van de ferrosector is geëvolueerd van 5 400 g/ton staal in 1985 tot 3 800 g/ton staal in 1991.

Omdat accurate gegevens over de luchtemissies van zware metalen voor de ferrosector niet beschikbaar zijn, kan geen evolutie aangegeven worden. Figuur 1 geeft duidelijk aan dat emissies van Pb en Zn zeker belangrijk zijn. De vuilvrachten in het water zijn belangrijk, en moeten begrepen worden vanuit het enorme waterverbruik. Om te voldoen aan de verstrenging van de normen voor de lucht- en wateremissies van zware metalen zullen verdere saneringen doorgevoerd moeten worden.

Non-ferrosector

Veranderingen in brandstof en aanpassingen aan het proces hebben een belangrijke daling van de SO_2-emissie in de non-ferro sector mogelijke gemaakt van 12 230 ton in 1980, over 9 775 ton in 1990, met een verwachting van 4 899 ton in 1995.

De *emissiegegevens* voor metalen van de Vlaamse non-ferro-industrie[8] in de periode 1985-95 worden voorgesteld in figuren 3 en 4. Het betreft een overzicht van alle geleide emissies van de verschillende metalen (gemeten waarden). Van de periode vóór 1985 kan slechts een schatting gemaakt worden. De prognose voor 1995 is berekend aan de hand van de huidige emissies en houdt rekening met de geplande saneringen. Voor Cr-emissies naar de lucht werden geen vuilvrachten berekend, aangezien de meetresultaten kleiner waren dan de detectielimiet.

Tabel 4 toont de som van de totale emissiewaarden voor de belangrijkste metalen.

Voor afvalwaters werd een drastische afname in vuilvracht gerealiseerd tussen 1980 en 1985. Vanaf 1985 wordt de afname voortgezet dankzij verbeteringen aan diverse waterzuiveringsinstallaties.

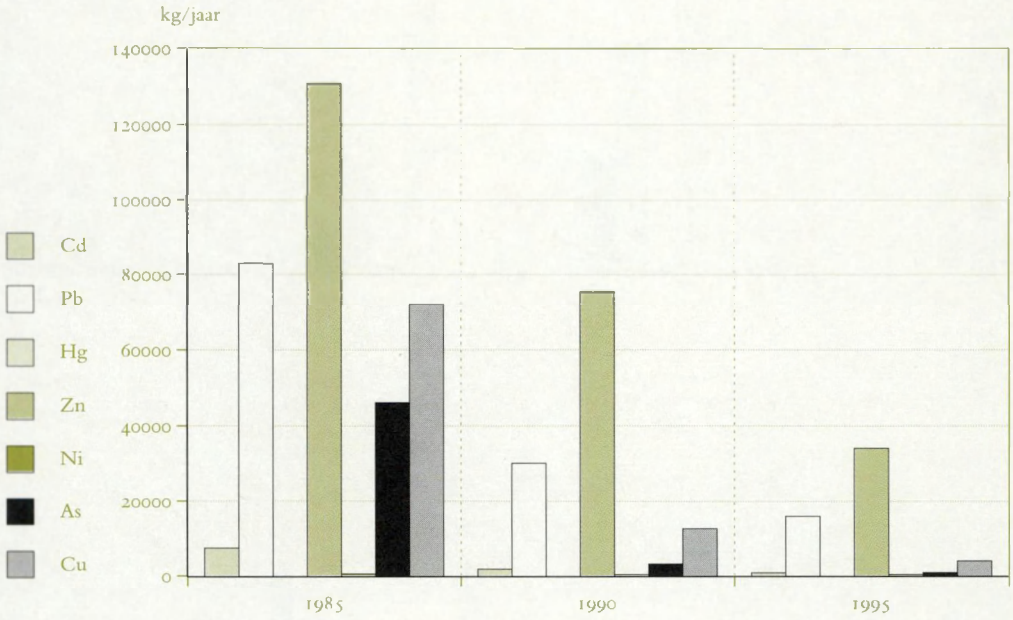
De luchtemissies tonen eveneens een dalend verloop met een sterke afname vanaf 1985. De implementatie van de TA Luft '86 vanaf 1990 heeft nog een uitgesproken vermindering van de vuilvrachten tot gevolg.

Tabel 4: Evolutie van de totaal geloosde vuilvracht voor de som van de belangrijkste zware metalen.

Emissie naar (ton/jaar)	1980	1985	1990	1995
Lucht	370	341	125	57
Water	166	36	20	7
Totaal	536	377	145	64

Bron: Federatie van non-ferrometalen, 1993[8].

Figuur 3: Metaalemissies naar de lucht door de non-ferro-industrie in Vlaanderen.

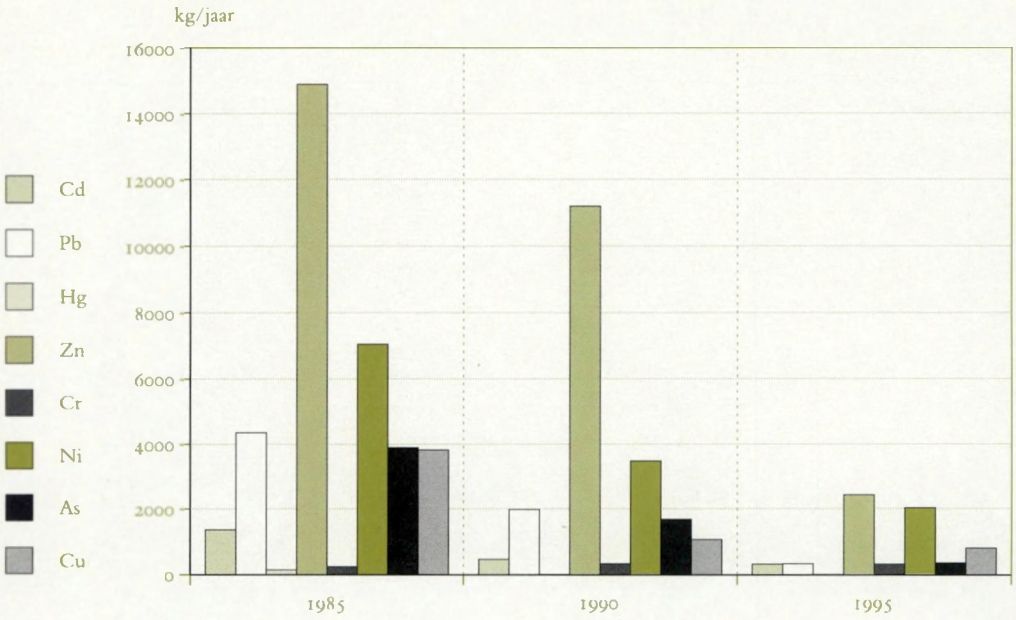


Bron: Federatie van non-ferrometalen[8].

Ingevolge de hoofddoelstelling van de derde Noordzeeconferentie werden de volgende emissiereductiecoëfficienten voor non-ferrometalen bepaald: 50 % t.o.v. 1985 voor de wateremissies en voor de luchtemissies van de metalen Cu, Zn, As, Cr en Ni. Voor de totale emissie van Hg, Cd en Pb moet een emissiereductie van 70 % gehaald worden tegen 1995.

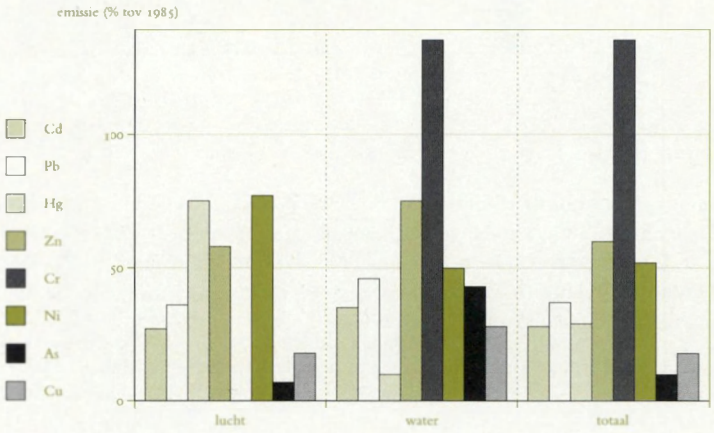
Figuren 5 en 6 geven een overzicht van de totale vuilvrachtevolutie in functie van de te bereiken normen. Als referentiewaarden gelden de emissies van 1985. Uit figuur 6 blijkt dat de vooropgestelde reductiecoëfficiënten voor de non-ferrosector waarschijnlijk gehaald zullen worden tegen 1995 behalve in twee gevallen: Ni-luchtemissies en Cr-wateremissies die echter beide beperkt zijn in vuilvracht (zie figuren 3 en 4).

Figuur 4: Metaalemissies naar het water door de non-ferro-industrie in Vlaanderen.



Bron: Federatie van non-ferrometalen, 1993[8].

Figuur 5: Metaalemissies non-ferro-industrie 1990 (meting).

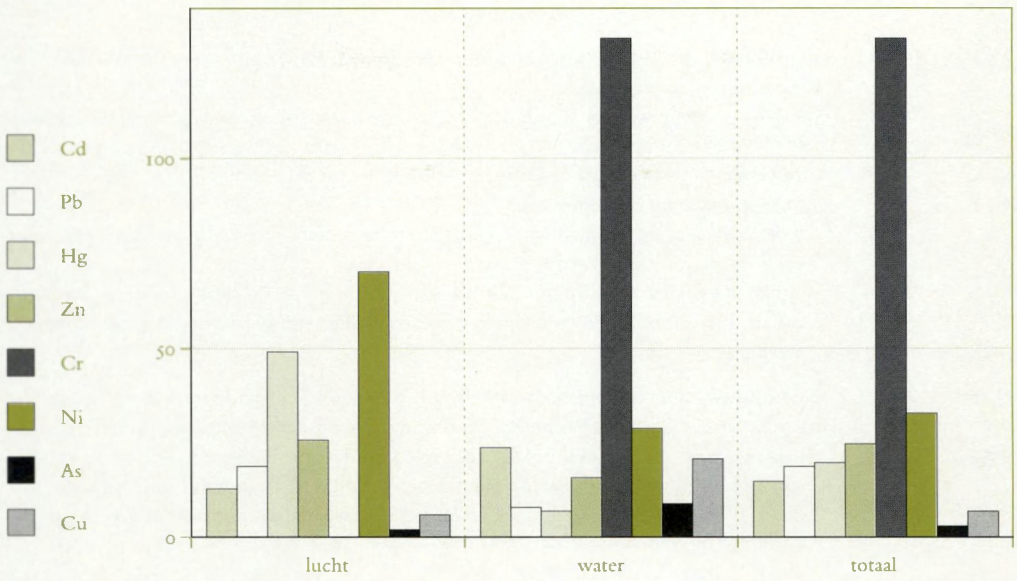


Bron: Federatie van non-ferrometalen, 1993[8].

Eerste verwerking van metalen

Voor de eerste verwerking van metalen (EVM), namelijk gieterijen, draadtrekkerijen, koudwalserij, stamp en smeedwerk zijn een aantal processen of gebruikte technieken analoog aan deze vermeld bij de verwerking van ruwe metalen tot halffabrikaten. Koudwalsen en gieten zijn metallurgische processen die in de andere deelsectoren ook voorkomen. De afvalstromen zijn gelijkaardig aan deze van de basisactiviteiten in de metaalsector (tabel 1).

Figuur 6: Metaalemissies non-ferro-industrie 1995 (prognose).



Bron: Federatie van non-ferrometalen, 1993[8].

Voor deze sector in zijn geheel zijn zeer weinig gegevens voorhanden. Uit een recente studie van de milieu-impact van de gieterijen in Vlaanderen[9] kunnen de belangrijkste afvalstromen worden afgeleid : oud vormzand, slakken en stof.

Recyclage

De recyclage heeft zich als activiteit in Vlaanderen reeds lang geleden ontwikkeld en komt nu door de milieuproblematiek in de volle belangstelling. Nochtans zijn door de huidige milieuwetten een aantal belangrijke knelpunten ontstaan.

Een eerste belangrijk probleem is de terminologie van de grondstoffen. Begrippen zoals resten, secundaire materialen en afval moeten duidelijk omschreven worden. Wat resten en afval zijn van de ene bedrijven vormen waardevolle grondstoffen voor de andere. Hoewel de produktieprocessen gebruikt bij de recyclagebedrijven gedeeltelijk analoog zijn aan de primaire produktieprocessen, resulteert het gebruik van secundaire materialen in enkele supplementaire reglementeringen of gevolgen:

- bij het *aankopen van de grondstoffen* is een vergunning voor afvalstoffen nodig indien het over gevaarlijk afval gaat.
- bij de *handel en transport* :
  - het internationaal vervoer wordt geregeld door de wet over het grensoverschrijdend vervoer (Richtlijn 84/631). Dit betekent een supplementaire administratieve inspanning.
  - de handel in secundaire materialen gebeurt internationaal terwijl de wetgeving niet overal uniform is. Moeilijkheden kunnen optreden bij het in- of uitvoeren van bepaalde secundaire materialen.
- bij de *recyclage-activiteit* zelf:
  - benaming van recyclagebedrijf klinkt positief, benaming van afvalverwerking daarentegen roept tegenkanting op,

- gebruik van gecontamineerde grondstoffen zal een speciale gaszuiverings-installatie of een naverbrandingsoven vergen.

Oppervlaktebehandeling van metalen

De processen die in deze sector worden aangewend interfereren op verschillende manieren met het milieu:

- *waterverontreiniging*: hier wordt onderscheid gemaakt tussen verontreinigde spoelwaters tengevolge van de oversleep van badvloeistof waarin het werkstuk wordt gespoeld en verontreinigde waterige oplossingen afkomstig van galvanische baden zoals ontvettingsoplossingen en beitszuren;
- *luchtverontreiniging* ten gevolge van verdamping of verneveling bij warme baden met veel agitatie of bij gasvorming aan de elektroden;
- *overige afvalstromen* zoals filters gebruikt bij badreiniging, en slibs uit de galvanische baden. Het metaalhydroxydeslib vertegenwoordigt een belangrijk aandeel in deze afvalstroom.

Een kwantitatief beeld geven van elk van de hoger genoemde milieuverstorende factoren van de sector in Vlaanderen is onmogelijk omdat de sector zelf moeilijk af te bakenen valt. Er zijn wel enkele concrete cijfers voorhanden voor de afvalstromen van 113 bedrijven uit de sector die meegewerkt hebben aan een studie uitgevoerd door OVAM in 1992[10] (tabel 5). Hieruit wordt duidelijk dat het hoofdaandeel van de afvalberg uit waterzuiveringsslib (61 %) bestaat. De tweede belangrijke afvalstroom is de grote hoeveelheid afvalzuur (19,2 %).

Tabel 5: Afvalstromen van 113 bedrijven in de sector van de oppervlaktebehandeling van metalen[10].

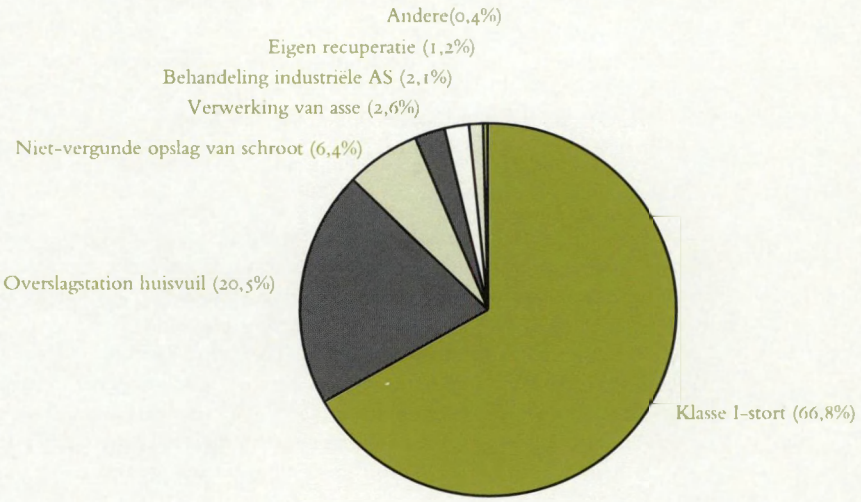
Omschrijving	Slib	Afval (ton/jaar)	%
chroom VI verbindingen		6,6	<0,1
cyaniden,organische en anorganische		1,2	<0,01
zuren en/of basen bij behandeling metaalopp.		1190	2,9
slib van metaalverwerking	+	0	0
zinkoxydeslib, zinkslakken	+	12	<0,1
aluminiumhydroxydeslib	+	903,7	2,2
zinkhydroxydeslib	+	0	0
neutralisatieslib	+	1239,5	3,06
chroom VI-houdend galvanisch slib	+	15,7	<0,1
chroom III-houdend galvanisch slib	+	816,9	2
koperhoudend galvanisch slib	+	80,5	0,2
zinkhoudend galvanisch slib	+	229,5	0,6
cadmiumhoudend galvanisch slib	+	0	0
nikkelhoudend galvanisch slib	+	18,7	<0,1
kobalthoudend galvanisch slib	+	0	0
edelmetaalhoudend galvanisch slib	+	15,7	<0,1
ander galvanisch slib	+	0	0
oplossing van zuren		7771,3	19,2
oplossing van basen		3371,6	8,3
koelvloeistoffen		0	0
industrieel waterzuiveringsslib	+	24813,9	61,3
Totaal		*40486,9*	*100*

Bron: OVAM, Evaluatierapport metaaloppervlaktebewerking, 1993[10].

Deze industrie gebruikt tot op heden voornamelijk pijpeinde-oplossingen. De meeste *afvalwaters* worden, elk apart, behandeld in een ONO-installatie. Deze techniek ontgift, neutraliseert en ontwatert door middel van chemische processen. Hierbij ontstaat

ontwaterd *slib*, dat bestaat uit metaalhydroxyden en uit een inerte fractie (meestal gips of kalk). Afhankelijk van de afvalstroom zal dit slib een laag gehalte aan metalen hebben en gestort worden, ofwel zal het rijk zijn aan metalen (tussen 5 % en 20 %, natte basis) en verder verwerkt worden. De huidige bestemmingen van galvanoslib door de sector metaalbewerking (sector 313 = galvano + fabrieken van schroeven, bouten, kettingen en veren) is gegeven in figuur 7. De tweede belangrijke afvalstroom betreft de *zuur- en loogbaden*, hoofdzakelijk afkomstig van voorbehandelingen in allerhande metaalkundige processen.

Figuur 7: Relatieve aandelen van de verschillende gemelde bestemmingen van galvanoslib-metaalbewerking.



Bron: Rapido project[11].

Maatregelen en instrumenten

2.1 | Specifieke wetgeving

De metaalindustrie is zoals elke andere industriesector onderworpen aan de vergunningsprocedures en exploitatievoorwaarden vermeld in VLAREM I respectievelijk VLAREM II. Hierbij is het *voorkomingsprincipe van milieuhinder* gebaseerd op BATNEEC-technologie (Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs). Deze BATNEEC-technologie heeft het onderwerp uitgemaakt van studies op EU-niveau. De studie voor de non-ferro-industrie is opgenomen in referentie 2. De studie voor de ferro-sector is nog niet afgerond.

Belangrijk milieugegeven voor deze sector is de *ecotoxiciteit en de persistentie* van de zware metalen. Door de EEG richtlijn 76/584/EEG, wordt onderstaande lijst van zware metalen geklasseerd als gevaarlijke stoffen: Sb, As, Be, Cd, Cr, Cu, Pb, Mg, Mn, Hg, Ni, Se, Tl, V, Sn, Zn. Hun aanwezigheid in lozingswater, luchtemissies en bijprodukten moet beperkt worden.

In verband met de *luchtemissies* werden vanaf 1989 de Duitse normen TA Luft '86 ook in Vlaanderen geïmplementeerd.

Ingevolge het programmadecreet 1991 werd in Vlaanderen een heffing ingevoerd op de verontreiniging van de *oppervlaktewateren*[3], berekend op basis van de vuilvracht

veroorzaakt door de verbruiker. Deze heffingen werden aangepast in het Programmadecreet van 1993 met als voornaamste wijziging een herdefiniëring van de component voor lozing van metalen, waarbij aan elk toxisch metaal een gewichtscoëfficiënt toegekend werd die evenredig is met de ecotoxiciteit ervan. Deze formule zal nog evolueren na verder onderzoek omtrent reële ecotoxiciteitsverhoudingen en vastleggen van milieukwaliteitsnormen.

In verband met *afvalstoffen* geldt de wet op het giftig afval en het decreet inzake het beheer van afvalstoffen. De producent blijft verantwoordelijk voor giftig afval tot de definitieve vernietiging ervan en mag dit afval slechts afstaan aan een erkend verwerker. De producenten van afval zijn zelf niet heffingsplichtig. Het nieuw ontwerpdecreet, verwacht voor 1994, voorziet een onderscheid in huishoudelijke afvalstoffen, bedrijfsafvalstoffen, gevaarlijke afvalstoffen en bijzondere afvalstoffen. De lijst van gevaarlijke afvalstoffen wordt bepaald en eveneens de voorwaarden waaronder restprodukten secundaire grondstoffen zijn en geen afvalstof.

Voor de metaalnijverheid en zijn milieubeleid van de toekomst zijn de volgende richtlijnen nog zeer belangrijk:

- 'Noordzeeconferentie' waar maatregelen worden afgesproken voor het mariene milieu. Volgens de afspraken op de Derde Noordzeeconferentie van Den Haag moet de uitstoot van de toxische metalen binnen de 10 jaar vanaf 1985 met 50 % verminderen voor Cu, Zn, As, Cr, Ni en met 70 % voor Hg, Pb, Cd.
- 'De Commissie van Parijs' die de prioritaire sectoren van verontreinigende activiteiten behandelt. Als één van de prioritaire sectoren werd de oppervlaktebehandeling van metalen aangeduid (Duitsland werd hiervoor als model genomen). Een gevolg hiervan is de aanbeveling van de Parcom normen, die praktisch volledig de Duitse voorschriften volgt ('Oslo and Paris Conventions for the prevention of marine pollution').
- de 'Conventie van Bazel', heeft tot doel het grensoverschrijdend vervoer van gevaarlijke afvalstoffen tussen de staten tot een strikt minimum te herleiden en te controleren. Deze maatregel heeft zijn invloed op de recyclagesector.

2.2 | Maatregelen in de ferro- en non-ferrosector en EVM

De bedrijven in de ferro- en non-ferrometaalindustrie en EVM hebben, om te saneren en aan de huidige wetgeving en normen te voldoen de noodzakelijkste technische ingrepen meestal reeds doorgevoerd. De klassieke waterzuiveringstechnieken, ontstoffingsinstallaties, rookgaszuiveringen en recuperatiemogelijkheden zijn ingezet. Dit betekende voor vele ondernemingen een grote investering. Verder onderzoek wordt nog verricht naar nieuwe technieken van preventie en recyclage. De introductie van deze technieken verloopt vaak moeilijk waar de processen zeer specifiek zijn en waar de economische situatie nieuwe investeringen ontmoedigt.

Om de verschillende types van milieuverstoring te beperken, is reeds heel wat *technologie* voorhanden. Deze technieken en installaties worden onder meer beschreven in BATNEEC-verslagen. Het betreffen meestal pijpeinde-oplossingen die niet ingrijpen in het proces zelf[1]. De recentere technieken zijn gericht op het procesgeïntegreerd verminderen van de vervuiling en het recupereren van waardevolle produkten uit het industriële afval.

Tabel 6: Voorbeelden van technische mogelijkheden om emissies en hinder te voorkomen of te verminderen:

Emissies en hinder	Mogelijke technieken
Diffuse emissies	- afdekken - besproeiing - efficiënte manipulatie
Verbrandingsgassen	- stofcaptatie: cyclonen, elektrostatische filters, filterzakken, venturiwassers, enz.
Procesgassen	- chemische behandeling, ontzwaveling, enz. - recuperatie van de warmte
Watervervuiling	- biologische, chemische waterzuivering - neutralisatie, ontgiften, precipitatie - recuperatie
Afval	- slibverwerking - recuperatie
Geluid	- akoestische isolatie, dempers

Bron: MTM.

De evolutie van de verschillende *emissies en afvalstromen* is zeer moeilijk te voorspellen. De emissies naar de lucht zullen door het toepassen van BATNEEC-voorwaarden nog afnemen. Er zal gestreefd worden naar het voldoen aan de doelstellingen van de Noordzeeconferentie.

Belangrijke knelpunten zijn:

- BATNEEC-technologie (nog) niet voor elke deelsector voorhanden;
- Diffuse emissies worden niet beschouwd;
- Emissiejaarverslagen niet verplicht zodat geen algemene inventaris aanwezig is.

Voor wat de evolutie in *lozingsnormen* betreft, wordt er gestreefd naar de Parcom normen. Deze normen zijn van groot belang voor de sector en meer specifiek voor de oppervlaktebehandelingen. Voor kleinere en middelgrote bedrijven moet er voldoende informatieverstrekking zijn via algemeen toegankelijke literatuur en door praktijkgerichte informatie. Dit zal de drempel voor het implementeren van nieuwe technologieën verlagen.
Belangrijke opdrachten in verband met de sector zijn:

- Invoeren van BATNEEC-voorwaarden in alle deelsectoren.
- De beleidsinstrumenten heffingen en taksen moeten regulerend werken en niet louter een financieringsbron zijn. Invoering van nieuwe heffingen dienen het best afgewogen te worden tegen de economische draagkracht van de bedrijven en hun milieuinvesteringen.
- Controleoperaties en sancties moeten regelmatig, doeltreffend en uniform gebeuren;
- Invoeren van strengere kwaliteitsdoelstellingen en milieunormen moet gebeuren na overleg met de deelsector zelf en na onderzoek naar de economische en technische haalbaarheid van de doelstellingen. Eventueel kunnen convenanten ingevoerd worden voor het realiseren van milieusaneringsoperaties met afspraken voor een bepaalde uitvoeringstermijn.
- Recyclage is in deze sector reeds duidelijk geïntroduceerd. Om de verdere ontwikkeling van de recyclage te stimuleren, moet gezorgd worden voor een fiscaal en juridisch gunstig klimaat.
- Er bestaat een duidelijke trend naar preventie en recuperatie. Om deze evolutie te stimuleren kunnen subsidies worden verstrekt voor wetenschappelijk onderzoek (onderzoeksinstellingen-bedrijven) en demonstratieprojecten (bedrijven).

In deze sector wordt nog verder gedacht aan recyclage. Nieuwe onderzoeksprogramma's worden ontwikkeld om metalen in alle restprodukten te kunnen recupereren.

In de *ferro-sector* zijn investeringsprogramma's uitgewerkt om verdere verwerking en preventie door te voeren, maar deze programma's dienen nog in overeenstemming gebracht te worden met de economische draagkracht van de sector en zijn concurrentiële positie ten opzichte van het buitenland.

In de *non-ferrosector* wordt onderzoek verricht naar andere mogelijkheden ter valorisatie van het afval ontstaan bij de verschillende processtappen (tabel 3). De strenge criteria voor zware metalen stimuleren het onderzoek naar afvalreducerende maatregelen maar vergen zware saneringsinspanningen.

In de *EVM-sector* bestaan er recuperatie- en verwerkingstechnieken (tabel 3) en op dit moment wordt zeer veel onderzoek gericht naar het implementeren van deze recuperatietechnieken in bedrijven.

2.3 | Maatregelen bij de oppervlaktebehandeling van metalen

Om aan de steeds strengere milieunormen te kunnen voldoen en om de economische haalbaarheid van de produktie te verzekeren, zijn en worden nieuwe milieutechnologieën gezocht en onderzocht. Deze nieuwe preventie- en recuperatietechnieken zijn meestal procesgeïntegreerd in tegenstelling tot de klassieke ONO-techniek. De preventie-technieken zijn reeds gedeeltelijk gekend en ingevoerd in tegenstelling tot de recentere recuperatietechnieken.

Voor de voornaamste twee afvalstromen van de sector van de metaaloppervlaktebehandelingen, namelijk galvanoslibs en zuur- en loogbaden, zijn speciale verwerkingstechnieken ontwikkeld die nog zeer beperkt of helemaal niet worden toegepast[11]. Voor de centrale verwerking van gemengd galvanoslib bestaat het pyrometallurgisch procédé en de glastechnologie. Voor de terugwinning van metalen uit monoslibs staat alleen het hydrometallurgisch proces ter beschikking. Voor de regeneratie van zuur- en loogbaden zijn drie technieken operationeel in het buitenland (Europa): solventextractie, Rüthnerprocédé met wervelbedreactor en druk-logingsproces.

Verschillende enquêtes uitgevoerd bij de sector van de oppervlaktebehandelingen hebben aangetoond dat deze bedrijven overtuigd zijn van het belang van de milieuzorg voor het voortbestaan van hun bedrijf. Toch zijn er nog weinig milieutechnologieën in de bedrijven geïntroduceerd om de volgende redenen:

- er zijn reeds heel wat inspanningen geleverd om te voldoen aan de milieunormen en op dit moment vertegenwoordigen afvalverwerking en milieuheffingen een belangrijk deel van het budget. De kosten om nieuwe technologieën te introduceren zijn hoog;
- implementeren van nieuwe technologieën wordt beschouwd als riskant: milieutechnologie staat nog gelijk aan een technisch waagstuk; voor informatie wordt er tot nu toe hoofdzakelijk beroep gedaan op vakliteratuur en leveranciers;
- substitutie van bestaande gevaarlijke stoffen door minder gevaarlijke en minder vervuilende stoffen gebeurt bijna niet vanwege technologische voorzichtigheid.

Gezien de huidige economische situatie en de dringende behoefte aan een uitgebouwde milieuzorg is het zeker noodzakelijk efficiënte en doelgerichte maatregelen te treffen in onderling overleg tussen overheid, bedrijven en milieuexperts en de uitvoering van die maatregelen te plannen op een realistische termijn.

Referenties

1 Van Middel L., Tuts P., Afvalwater in de oppervlaktebehandeling, Beleidsvoering, VOM-kursus, 1994.

2 ENVICON, Technical note on BATNEEC for heavy metal emissions from non-ferrous industrial plants, CEC, DG Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, p. 153, 1991.

3 Dumont H., De milieuheffing op de waterverontreiniging, Afvalwaterheffingen, TIKVIV, Antwerpen, 1993.

4 Emissieïnventaris voor Vlaanderen: lucht, VMM, Erembodegem, 1992.

5 Resultaten Emissiemeetnet 1991, VMM, Erembodegem, 1991.

6 MINA-plan 2000, Kelchtermans T., Brussel, 1989.

7 Jaarverslagen, ALZ, Sidmar, 1992.

8 Koninklijke Federatie van non-ferrometalen, Emissiegegevens 1993.

9 RAPIDO, Sectoriële Bedrijfsafvalstoffenplannen, Metaalgieterijen, STEM-Berchem en ESM-Rotterdam, 1994.

10 OVAM, evaluatierapport Metaaloppervlaktebewerking, Mechelen, 1993.

11 RAPIDO, Sectoriële Bedrijfsafvalstoffenplannen, Bedrijfstak Galvanische industrie, STEM-Berchem en ESM-Rotterdam, 1994.

Begeleiders

A. Van de Vel, Fabrimetal - Vlaamse Gewest

L. Van Poucke, Departement SBG, LUC.

Y. Vandebotermet, Kon. Fed. Non-ferro Metalen

P. Vanhaecke, Ecolas

H. Waeterschoot, Union Minière

IV.6 Bouwsector

H. Hens, F. Descamps, Laboratorium Bouwfysica, KUL

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

We hergroeperen de in hoofdstuk II.6 beschreven actoren binnen het bouwproces in functie van hun emissiepatroon:

- De initiatiefnemer en de gebruiker bepalen, samen met de ontwerpers, in hoge mate het gebruik van milieu- en natuurbronnen tijdens de gebruiksfase van een bouwwerk. Via locatiekeuze en bouwprogramma sturen zij het bouwproces. Deze groep noemen we verder de *initiatiefnemers*.
- De aannemers van bouw- en sloopwerken beheersen de afvalstroom tijdens de constructie- en sloopfase. Deze groep noemen we verder de *uitvoerders*.

Zowel de initiatiefnemers als de uitvoerders hebben een kleinschalige organisatiestructuur.

In tabel 1 zijn de milieuverstoringen weergegeven waartoe de bouw en het gebruik van gebouwen bijdragen. Wij bespreken het probleem van de afvalstoffen uitvoerig. Problemen ten gevolge van het energiegebruik door gebouwenverwarming komen aan bod in IV.1 Bevolking en IV.3 Energie.

1.1 | Afvalstoffen

Op de tekentafel is de invloed die op het ontstaan van afval uitgeoefend kan worden nog groot. In de constructie-, gebruiks- en sloopfase vormen de ontwerpbeslissingen een gegeven waaraan nog weinig te tornen valt: afval ontstaat in de ontwerpfase.

Het *ontwerp* van aanpasbare gebouwen, zeker voor niet-woongebouwen met een korte functionele levensduur, past in de strategie van afvalpreventie. Hierbij wordt de draagstructuur die instaat voor de stabiliteit ontworpen voor een lange levensduur, de gebouwschil voor een gemiddelde levensduur en de inbouw voor een korte levensduur.

Tijdens de *constructiefase* ontstaat veel bouwafval door slechte maatafspraken in de ontwerpfase. Een gebrek aan modulaire coördinatie leidt tot een afvalstroom ten gevolge van kap-, snij- en zaagverlies. Een rastermatige maatvoering waarin de grote bouwcomponenten passen, vermijdt het systematische ontstaan van restmateriaal. Plaatmaterialen (isolatie-, vezelcement-, multiplexplaten) zijn hier door hun tweedimensionale karakter zeer gevoelig voor. Ook prefabricage is zinvol om de afvalstroom op de werf te beperken. Het bedrijfsafval dat bij prefabricage ontstaat, is immers beter beheersbaar.
In het bestek kan de ontwerper teksten opnemen over het opruimen van de bouw-

plaats (om zwerfafval te voorkomen), over de gewenste mate van afvalscheiding op de werf en over de bestemming van het bouwafval.

Op de bouwplaats ontstaat bouwafval. Alle aangevoerde materialen en elementen die tijdens of na de uitvoeringsfase als onbruikbaar van de werf afgevoerd moeten worden, beschouwen we als bouwafval. Het bouwafval bestaat voor ruim 90 % uit steenachtige materialen. De restfractie is heterogeen (tabel 2). Deze afvalstroom wordt veroorzaakt door een groot aantal verschillende ondernemingen en komt verspreid over de relatief lange constructieperiode vrij. Dit bemoeilijkt de beheersing ervan tijdens de constructiefase.

Tabel 1: Themaprofiel van de bouwsector.

Thema	Stof	Bron
Verandering van klimaat:	CO_2	Energiegebruik bij gebouwgebruik
broeikaseffect	CFK	Koelmiddel bij luchtbehandelingsinstallaties
Verzuring	NO_x	Energiegebruik bij gebouwgebruik (verwarmingsketels)
	SO_2	Energiegebruik bij gebouwgebruik (zwavelhoudende fossiele brandstof)
Vermesting	P, N	Afvoer faecale afvalstoffen naar de bodem (geen aansluiting op openbaar rioleringsnet, lekken in het rioleringsnet)
Verspreiding van gevaarlijke stoffen	VOS	Oplosmiddelen verven en verdunners, houtbeschermingsmiddelen, epoxy, onderhoudsprodukten gebouwen
	Asbest	Asbesthoudende bouwprodukten
	Radon	Bodem
Afvalstoffen		Bouw- en sloopafval
Waterverontreiniging		Lozing huishoudelijk afvalwater
Bodemverontreiniging		Ingegraven stookolietanks
Hinder: lawaai en trillingen		Bouwwerfactiviteiten
Verdroging		Aanleg ondoorlatende verharde oppervlakken
Versnippering van de Open Ruimte		Planologische aspecten van het bouwen
Milieuverstoringen in stedelijke gebieden		Binnenluchtkwaliteit

Bron: VITO[1], VITO[2], OVAM[3].

Tabel 2: Gewichtssamenstelling van het bouwafval (gebouwen) 1990 (schatting).

	Nieuwbouw	Vernieuwbouw	Totaal
Absolute hoeveelheden (miljoen ton)	0,4	1,1	1,5
Procentuele verdeling	%	%	%
Beton	28,7	53,7	47,2
Metselwerk en puin	62,7	39,6	45,6
Keramiek en dakpannen	4,2	3,3	3,5
Gips en kalk	2,4	0,2	0,8
Hout	1,9	2,4	2,2
Metalen	0,0	0,5	0,3
Plastics	0,0	0,2	0,2
Teerhoudende materialen	0,1	0,2	0,2
Totaal	*100,0*	*100,0*	*100,0*

Bron: OVAM[1], eigen verwerking.

De manier waarop vast en vloeibaar afval tijdens de *gebruiksfase* van een gebouw verwijderd kan worden, is mede afhankelijk van de technische infrastructuur van het gebouw. Bij woningen ontstaat het grootste deel van het *vaste huishoudelijke afval* in de keuken. Het 'Afvalstoffenplan 1991-95'[5] beoogt een aparte inzameling van componenten van het huisvuil. Een tussentijdse opslag van dit afval is daardoor vereist. Door het grote aantal soorten afvalprodukten en de bijhorende containers is deze opslag al vlug plaatsrovend.

De materiaalkeuze en de constructiewijze bepalen de latere mogelijkheid tot selectief *slopen*. Verlijmde sandwichconstructies en in situ gespoten kunststofschuimen bemoeilijken bijvoorbeeld een scheiding in afzonderlijke componenten.

Het sloopafval bestaat voor zo'n 75 % uit steenachtige materialen. De restfractie is heterogeen (tabel 3). Het afval komt over een zeer korte tijdsperiode in grote hoeveelheden vrij.

Tabel 3: Gewichtssamenstelling sloopafval in de bouwsector 1990 (schatting).

	Woongebouwen	Niet-woongebouwen	Wegenbouw	Totaal
Absolute hoeveelheden miljoen ton	1,1	1,05	0,85	3,0
Procentuele verdeling	%	%	%	%
Beton	12,0	67,7	34,8	37,8
Metselwerk en puin	80,0	26,7	.	39,1
Keramiek en dakpannen	2,9	4,2	.	2,6
Gips en kalk	0,0	0,3	.	0,1
Hout	4,6	0,5	.	1,9
Metalen	0,5	0,0	.	0,2
Kunststoffen	0,0	0,3	.	0,1
Teerhoudende materialen	0,0	0,3	65,2	18,3
Totaal	*100,0*	*100,0*	*100,0*	*100,0*

Bron: OVAM[1], eigen verwerking.

1.2 | Afvalwater

Het *huishoudelijk afvalwater* bestaat uit huishoudwater (baden, koken, wassen) en faecaal water. Dit afvalwater wordt in het oppervlaktewater, het rioleringsnet of, als die ontbreken, in een zinkput of ondergrondse bevloeiingsinstallatie geloosd[6]. In IV.1 Bevolking wordt een emissieprofiel gegeven van de huishoudens voor afvalwater.

1.3 | Hinder : lawaai, trillingen, stof en landschap

De *constructie* en *renovatie* van bouwwerken brengt lawaai- en trillingshinder met zich mee door de zware machines die ingezet worden bij de aanvoer van bouwmaterialen, bij graaf- en heiwerken, bij bemaling enz..

De *sloop* van bouwwerken brengt lawaai en trillingshinder met zich mee door de zware machines die ingezet worden bij de sloop en de afvoer van het puin. Deze hinder is van tijdelijke aard.

Landschapshinder door torenkranen en stofhinder door de sloop en afvoer van het puin zijn onvermijdelijk. Deze werfhinder is van tijdelijke aard.

1.4 | Milieuverstoring in stedelijke gebieden: binnenluchtkwaliteit

De kwaliteit van de binnenlucht[7] wordt bepaald door de aan- of afwezigheid van irriterende stoffen, ioniserende straling, toxische deeltjes of biologische verontreinigingen.

De verontreinigingsbronnen zijn:

- de bouwmaterialen[8] (stof, vezels, VOS, enz.);
- de technische uitrusting (stof, CO, waterdamp, schimmelsporen, bacteriële besmetting);
- de gebruiker (CO_2, waterdamp, rookgasdeeltjes);
- de bodem (radon).

Vooral in nieuwe gebouwen komen door ontgassing van verven, lijmen, meubels en tapijten, irriterende concentraties voor van onder andere formaldehyde, styreen, benzeen en alcoholen. Asbest komt in vrije vorm voor bij het gebruik van gespoten asbestlagen. Biologische verontreinigingen vermenigvuldigen zich snel in een vochtige omgeving (koudebrugwerking, stagnerend water in luchtbehandelingsinstallaties).

Het radioactieve edelgas radon[9] (en de radondochters) leveren binnenshuis de grootste bijdrage tot de stralingsdosis als gevolg van natuurlijke achtergrondstraling. Radon is een vervalprodukt van uranium en thorium dat van nature in kleine concentraties in de aardkorst aanwezig is. Het kan via diffusie en convectie uit de bodem in de atmosfeer of in de binnenlucht terechtkomen. In Vlaanderen werd in 90 % van de onderzochte woningen een stralingsconcentratie lager dan 66 Bq/m³ gemeten. Voor nieuwbouwwoningen hanteert men in Zweden als toelaatbaarheidsgrens een jaarlijkse gemiddelde radon- en radondochterstralingsconcentratie van 70 Bq/m³. Bij bestaande woningen worden pieken tot 200 Bq/m³ aanvaard.

2 | Maatregelen en instrumenten

2.1 | Buitenlandse voorbeelden van beleidsinstrumenten

Het Nederlandse bouwbesluit

Het Nederlandse bouwbesluit[4] is een geheel van technische voorschriften voor de bouw (nieuwbouw, verbouwing en bestaande bouw). Het bevat minimumeisen omtrent veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid. Vele technische voorschriften nemen er de vorm aan van prestatie-eisen. Deze prestatie-eisen suggereren noch de vormgeving noch de materiaalkeuze. Wel formuleren ze specificaties - in getallen en natuurkundige grootheden - waaraan het eindprodukt moet voldoen. De prestatie-eisen worden zoveel mogelijk op het hele bouwwerk geformuleerd. Alleen als het niet anders kan, worden de prestatie-eisen toegespitst op concrete constructiedelen en materialen.

De Duitse 'Novellierung der Wärmeschutzverordnung'

Bij stijgende isolatiekwaliteit daalt het aandeel van de geleidingsverliezen in de energiebalans voor verwarming en koeling van een gebouw. Het relatieve belang van koudebrugwerking, ventilatieverliezen en zonnewinsten neemt echter toe. De isolatiekwaliteit van de Duitse nieuwbouwwoningen is al zo hoog dat de aandacht er verschuift naar strengere eisen aan koudebrugwerking en ventilatieverliezen. Het voorstel voor de 'Novellierung der Wärmeschutzverordnung'[11] legt geen isolatiekwaliteit meer op, maar wel een globaal maximum aan het energiegebruik voor verwarmen per eenheid bewoonbare oppervlakte.

2.2 | Voorgestelde maatregelen en instrumenten

De voorgestelde maatregelen richten zich op het ruimtebeslag (de lokatiekeuze), de bouwkwaliteit (het prestatiedenken), het energie-, water- en grondstoffengebruik en de beheersing van de afvalstroom tijdens bouw-, gebruiks- en sloopfase. De bouwsector heeft hierbij raakvlakken met tal van andere sectoren: infrastructuur, planologie, bevolking, enz.. We beperken ons hier tot puur bouwkundige maatregelen.

Ruimtebeslag

Het planologisch beleid legt het kader vast waarbinnen de locatiekeuze gebeurt. Het *gericht stimuleren van renovatie en nieuwbouw na sloop* binnen stads- en dorpskernen, kan een hulpmiddel zijn om de planologische doelstellingen (vrijwaring van de open ruimte) te realiseren. De overheid kan hierbij instrumenten inzetten zoals een verlaging van het BTW-tarief bij renovatie of nieuwbouw na sloop of een aanpassing van het bouwpremiestelsel. Overtredingen op de stedebouwkundige wetgeving moeten strenger aangepakt worden.

Bouwkwaliteit

We stellen voor via *de prestatie-aanpak* de bouwkwaliteit bewust te bevorderen. Specifieke eisen ter bevordering van procesgeïntegreerde maatregelen in *een Vlaams bouwbesluit* kunnen zijn:

- Eisen aan *het totale energiegebruik*. Het bestaande Vlaamse isolatiedecreet (BVE 18.09.91, BS 18.03.92) is een voorbeeld van een beperkte deelaanpak: er worden voor gebouwen met permanente bewoning eisen gesteld aan de isolatiekwaliteit van de gebouwschil. Deze eisen moeten omgevormd worden tot eisen aan het totale energiegebruik (verwarmen, koelen, luchtbehandeling, produktie van warm water, verlichting, huishouden, enz.). Hiermee wordt het zinvol het toepassingsgebied uit te breiden tot alle gebouwen. Een regelmatige evaluatie en aanpassing van de geformuleerde prestatie-eisen moet mogelijk zijn. Een daling in het energiegebruik in gebouwen leidt tot een reductie van het gebruik van energiebronnen en van de emissie van CO_2, SO_2 en NO_x.
- Eisen aan *de kwaliteit van de binnenlucht en ventilatievoorzieningen* op basis van NBN D50-001.
- Eisen aan *de geluidsisolatie* op basis van NBN S01-400.
- Eisen aan *de bodemafscherming* en maximale stralingsconcentratie in de binnenlucht.
- Eisen aan *de duurzaamheid* van de gebruikte bouwmaterialen en constructiesystemen.
- Eisen aan *de emissies* van bouwmaterialen

Als directe stimulans ter verbetering van het bestaande gebouwenbestand kan *een energiepas van het gebouw* ingevoerd worden. Dit kwaliteitslabel kan de huurder of koper van een gebouw attent maken op de (voor de leek verborgen) thermische kwaliteit van het betrokken gebouw. Voor de kwantificering van de thermische kwaliteit kan uitgegaan worden van de bestaande normering van het peil van globale warmte-isolatie (K-peil).

De kwaliteitsverhoging mag niet overgelaten worden aan ondeskundige zelfbouwers. De interactie tussen de verschillende ingrepen is voor de meeste leken immers niet evident. Zo zijn veel van de huidige schimmelproblemen te wijten aan de wisselwerking tussen (foutieve) isolatie-ingrepen, luchtdichtheidsingrepen en onbegrepen koudebrugwerking.

Een prestatie-aanpak vergt ook de controle van de geleverde prestaties. Hiertoe kan op gemeentelijk niveau binnen de bouwadministratie *een technische cel met politionele bevoegdheid* opgericht worden. Deze cel kan op systematische wijze steekproeven uitvoeren naar de gerealiseerde kwaliteit bij nieuwbouw- en vernieuwbouwprojecten.

In sommige gevallen zijn *(tijdelijke) financiële impulsen* voor bewoners of gebouwgebruikers zinvol. Zo is door de huidige relatief lage energieprijzen het aandeel van stookkosten op het gemiddelde gezinsbudget beperkt. Individuele bewoners zijn dan ook niet geneigd te investeren in een betere isolatiekwaliteit van het gebouw. Deskundig uitgevoerde isolatie-ingrepen bij bestaande bouwwerken moeten financieel gestimuleerd worden in het kader van renovatieprojecten.

Het technisch en wetenschappelijk onderwijs, de vakopleiding en bijscholing moeten de bouwsector voorbereiden en begeleiden op de evolutie naar een prestatiegericht bouwen.

Het realiseren van een goede *binnenluchtkwaliteit* is gebaseerd op ventilatie en bronnenaanpak. Het basisventilatievoud (dit is het aantal luchtverversingen per uur) van een gebouw wordt zo gekozen dat de verontreinigingen ten gevolge van de aanwezigheid van de gebouwgebruikers verwijderd worden. Om de overige verontreinigingen te verwijderen, zijn veel grotere ventilatievouden nodig. Daarom is de belangrijkste ontwerpregel hier de bronnen te vermijden. De beste ingreep om bij nieuwbouw de vervuiling met radon uit de bodem tegen te gaan, is een zo goed mogelijke diffusie-afsluiting tussen gebouw en bodem. Hiervoor volstaat een monoliete betonplaat van normale dikte, afgewerkt met een diffusiedichte laag tussen betonplaat en dekvloer.

Een eenvoudige oplossing voor een beheersbare basisventilatie bestaat erin de gebouwschil luchtdicht te ontwerpen. De ventilatieluchtstroom gebeurt dan door natuurlijke of gedwongen convectie via regelbare toe- en afvoeropeningen in de gebouwschil en via doorvoeropeningen in de binnenwanden. De openingen worden daarbij zo geconstrueerd dat, onafhankelijk van het bewonersgedrag, een minimaal ventilatievoud (richtwaarde 0,5) hoe dan ook gegarandeerd is. *Piekventilatie* door het openen van ramen, moet mogelijk blijven.

Energiegebruik

Rationeel energiegebruik is de basisstrategie ten aanzien van de bouwsector. Daarnaast blijft het echter belangrijk onderzoek naar alternatieve energiebronnen en verwarmingssystemen aan te moedigen. Zonneboilers voor de produktie van warm water, fotovoltaïsche cellen en eventueel seizoensopslag van zonnewarmte, zijn beloftevolle technologieën voor het gebruik van hernieuwbare energie. Afstandsverwarming (gekoppeld aan elektriciteitscentrales of verbrandingsovens) in grote agglomeraties vergt belangrijke investeringen maar levert onder gunstige randvoorwaarden een belangrijke energiebesparing op.

Sensibilisatie en voorlichting door de energiedistributiebedrijven over de mogelijkheden van energiebesparingen is dringend gewenst.

Eisen aan het ketelrendement en de samenstelling van de rookgassen van een c.v.-installatie zijn nauw verbonden met de technologische evolutie. De reductie van de NO_x-emissie is momenteel nog niet in de regelgeving opgenomen.

De NO_x-emissie wordt vooral bepaald door de ketelconstructie. De berekende NO_x-emissie in IV.1 Bevolking en IV.3 Energiesector steunt op een gemiddelde emissiecoëfficiënt (5 kg/Petajoule) voor aardgas- en stookolieketels. De variatie op deze coëfficiënt in functie van de ketelconstructie, kan zeer groot zijn.

Naast eisen aan het nuttig rendement van verwarmingstoestellen (KB 11.03.88, BS 25.03.88) moeten ook eisen gesteld worden aan de NO_x-emissie van verwarmingstoestellen.

Watergebruik

Rationeel watergebruik steunt op twee pijlers: de toepassing van watersparende technieken, en de vervanging van water met drinkwaterkwaliteit door niet-drinkbaar water.

Waterbesparing is mogelijk door het gebruik van waterbesparende kranen en douchekoppen, waterbesparende wasmachines, afwasmachines en toiletten (met spoelonderbreker of kleiner reservoir). De besparingsmogelijkheden hiervan worden op 30 %

geraamd. Deze aanpassingen zijn zo eenvoudig en goedkoop dat ze bij een goede voorlichting zeer snel ingeburgerd kunnen raken.

Grijs water is spoel-, bad- en waswater (samen ongeveer de helft van het huishoudelijk watergebruik) dat, ondanks zijn lichte verontreiniging, nog gebruikt kan worden voor bijvoorbeeld toiletspoeling. Het gebruik van grijs water vereist bijkomende uitrusting en gebruikersdiscipline.

Regenwater is in een groot aantal toepassingen een waardevol alternatief voor leidingwater. De regenwaterkwaliteit wordt bepaald door de luchtvervuiling en de vervuiling van de oppervlakken waarop de regen verzameld wordt. De regenwaterinstallatie bestaat uit een slijkafscheider, een regenwaterreservoir, en een binneninstallatie. Deze binneninstallatie omvat een filter, een hydrofoorgroep en regenwaterleidingen. In Vlaanderen kan men jaarlijks rekenen op ongeveer 400 liter per vierkante meter horizontale projectie van het dakoppervlak. Dit betekent voor een gemiddelde woning zo'n 16 m^3 regenwater per jaar.
De beschikbaarheid van regenwater wordt echter mede bepaald door de grootte van het regenwaterreservoir dat een voorraadbuffer vormt tussen de discontinue regenval en het continue gebruik van regenwater. De beschikbaarheid van regenwater is bij de meest gebruikte reservoirs (5 m^3) niet gegarandeerd. Het verbod om het gescheiden leidingnet voor regenwater en drinkwater binnen de woning aan elkaar te koppelen, verhindert dat bij regenwatertekort de watervoorziening in het regenwaterleidingnet met drinkwater gebeurt. Zonder dit verbod zou het drinkwater besmet kunnen raken met (verontreinigd) regenwater. Omschakelingssystemen die besmetting uitsluiten zijn nochtans mogelijk. De toelating om binnenshuis drinkwaterleidingnet en regenwaterleidingnet op een besmettingsveilige manier te koppelen kan een belangrijk knelpunt in het regenwatergebruik wegnemen.
Financiële stimulansen voor de plaatsing van een regenwaterreservoir met bijbehorende binneninstallatie bij nieuwbouw of verplichting van de plaatsing ervan bij grote dakoppervlakken kan het leidingwatergebruik verder doen dalen. Een bijbehorende binneninstallatie moet het daadwerkelijke gebruik van het regenwater garanderen.

Sensibilisatie en voorlichting door de drinkwaterdistributiebedrijven over de mogelijkheden van leidingwaterbesparing is dringend gewenst.

Grondstoffengebruik

Zoals voor alle materialen, kan ook voor bouw-, isolatie- en afwerkingsmaterialen een milieubalans (life-cycle analysis) opgesteld worden. Deze balans houdt rekening met energiegebruik en emissies bij produktie en transport, besparingspotentieel tijdens de gebruiksfase, gezondheidsaspecten, recycleerbaarheid, enz.. De uitwerking van deze balansen is nog in de beginfase[12]. De huidige wetenschappelijke stand van zaken laat nog niet toe een goed gefundeerde keuze tussen verschillende alternatieven te maken.

Verschillende afvalstoffen worden in de bouwsector gerecycleerd[13]. We maken hierbij onderscheid tussen de recyclage van het bouw- en sloopafval, en de recyclage van afvalstoffen uit andere industriële sectoren.

Wij concentreren ons hier op de recyclage van de *steenfractie van het bouw- en sloopafval*. De restfractie is heterogeen en vormt per component slechts een miniem aandeel in de totale afvalstroom voor die component. De steenfractie van het bouw- en sloopafval kan gebroken worden tot fijne of grove granulaten. Economische voorwaarde hierbij is dat het bouw- en sloopafval voldoende gescheiden in de recyclagebedrijven afgeleverd wordt. De gerecupereerde grondstof kan als grof granulaat het grind, en als fijn granulaat het zand in beton vervangen. Bij gelijke korrelverdeling is de poreusheid het belangrijkste verschil tussen grind of zand en beton- of metsel-

werkgranulaat. Dit verschil vereist bij de aanmaak van beton meer water en veroorzaakt grotere krimp en kruip. De duurzaamheid is echter gelijkwaardig met beton van zand en grind[14]. Een minder edele toepassing als ophogingsmateriaal of als funderingsmateriaal voor wegen behoort ook tot de mogelijkheden.

Ook *industriële afvalstoffen* komen voor recyclage binnen de bouwsector in aanmerking. De recyclage gebeurt door direct gebruik als bouwmateriaal, of door gebruik als grondstof voor de produktie van een bouwmateriaal. Voorwaarden voor een economische verwerking van deze afvalstoffen zijn een hoge beschikbaarheid, een constante kwaliteit en een afwezigheid van toxische bestanddelen. Milieu-effecten moeten voor elke toepassing en voor elke afvalstof afzonderlijk bekeken worden. Een normenkader dat de vereiste eigenschappen voor specifieke toepassingen vastlegt, kan onjuist gebruik verhinderen en kan het vertrouwen van de sector in de gerecupereerde grondstof bevorderen.
Volgens de huidige stand van de technologie worden hoogovenslakken en vliegas vanwege hun puzzolanische eigenschappen aangewend in gebonden funderingsmengsels voor wegen[12] en in constructiebeton. Het betekent voor de sorteer- en recyclagesector een belangrijke steun voor de afzetmogelijkheden van hun produkt.

Afvalstoffen op de bouwwerf

Een goede opslag van de aangevoerde bouwmaterialen en elementen voorkomt beschadiging. Coördinatie tussen de verschillende bouwpartners, in het bijzonder een coherente tracering van leidingen voor elektriciteit, verwarming en sanitair, voorkomt veel nutteloos breekwerk. Leidingsystemen in opbouw of leidingenkokers verdienen hier de voorkeur op het systematisch inkappen van leidingen in de wanden.

De strategie voor gescheiden inzameling van bouwafval is sterk afhankelijk van de projectgrootte. In overleg met de verwerker van het bouwafval wordt de aard van de scheiding bepaald:

- een minimale scheiding in metselwerk- en betonpuin, gevaarlijk afval en restfractie;
- een maximale scheiding in metselwerk- en betonpuin, kunststof, hout, glas, metaal, gevaarlijk afval en restfractie.

De mate van de scheiding wordt in de eerste plaats vastgelegd door de vrijkomende hoeveelheden per component en de afzetmogelijkheden. De opdrachtgever kan in het bestek de gewenste mate van scheiding opleggen. Bij kleine projecten met weinig afval is de gescheiden inzameling van een groot aantal componenten niet rendabel. Hier kan de scheiding achteraf gebeuren in een sorteerbedrijf. Bij zelfbouwprojecten biedt een gemeentelijk containerpark met toezicht een uitweg.

Gescheiden inzameling vergt een belangrijke organisatorische inspanning. Een groot aantal bouwpartners ligt aan de oorsprong van de afvalstroom. De vastlegging van de respectievelijke verantwoordelijkheden en de onderlinge coördinatie vraagt om klare afspraken.
De afvoer van het bouwafval kan het best in afsluitbare containers gebeuren. Voorlichting, instructie en motivatie van de bouwvakkers zijn noodzakelijk om duidelijke grenzen te trekken tussen de verschillende componenten van het door hen geproduceerde bouwafval.

Een krappe werfoppervlakte veroorzaakt logistieke problemen bij het verzamelen, scheiden en verwijderen van bouwafval. Gecompartimenteerde containers bieden hier een oplossing. Afvalcontainers kunnen het best binnen de hekken van het bouwterrein geplaatst worden zodat ze niet de verzamelplaats van het grof huisvuil van de omwonenden worden.

In de bouwaanvraag voor nieuwbouw en vernieuwbouw kan een *expliciete eindverantwoordelijke voor de afvoer van bouwafval* aangewezen worden. Dit kan ofwel de bouwheer, ofwel de hoofdaannemer zijn.

Afvalstoffen in de woning

Gescheiden ophaling van de *vaste huishoudelijke afvalstoffen* vereist tussentijdse opslag. Opslag van de afvalstoffen in de warme en vochtige keuken is niet aangewezen. Een koele, droge, goed verluchte en afsluitbare plaats (nis) dicht bij de keuken is ideaal. Dit betekent onvermijdelijk plaatsbeslag. In nieuwbouwwoningen mag een aangepaste opslagplaats niet ontbreken.

Nieuwe ingegraven stookolietanks moeten controleerbaar zijn op lekken. Dit kan door de tanks dubbelwandig te maken of in een ingegraven waterdichte betonnen kuip te plaatsen. De laatste oplossing moet bij grotere tanks (> 5 m^3), in combinatie met een regelmatige controle van de tankwand en kuip, verplicht gesteld worden

Afvalstoffen bij sloop

Ook bij de sloop vormen de ontwerpbeslissingen op de tekentafel een gegeven waaraan nog weinig te tornen valt. De materiaalkeuze en de constructiewijze bepalen de latere mogelijkheid tot selectief slopen, wat de basisvoorwaarde vormt voor de scheiding van het sloopafval in componenten. Door de grote hoeveelheden per sloopproject moet de scheiding van het sloopafval in componenten ook voor kleine projecten haalbaar zijn. De scheiding van het afbraakmateriaal is onontbeerlijk om het geschikt te maken voor recyclage.

Op dit ogenblik is voor sloopwerkzaamheden een bouwaanvraag vereist (KB 6.02.71, BS 9.02.71). Vanwege het toch wel zeer specifieke karakter van de werkzaamheden, stellen we voor deze bouwaanvraag te koppelen aan *een milieuvergunning voor het slopen van bouwwerken*. Dit laat toe welbepaalde milieutechnische eisen aan een sloopproject te stellen:

- aangeven van de verwachte afvalhoeveelheden per component;
- verplichte afvoer van het sloopafval naar een erkend sorteer- of recyclagebedrijf;
- vergunningsvoorwaarden aan de scheiding van het afval in functie van de projectgrootte;
- reglementering werfhinder bij sloop.

Door het verzekeren van een continue aanvoer van sloopafval, kan deze maatregel een belangrijke stimulans betekenen in het economisch rendabel maken van de sorteer- en recyclagebedrijven.

Afvalwater in de woning

Een lokale behandeling van *het huishoudelijk afvalwater* is op dit ogenblik op basis van het KB van 03 08 76 (BS 29 09 76) alleen noodzakelijk bij lozing in het oppervlaktewater. Voor lozing in het openbare rioleringsnet zijn de lozingsvoorwaarden in dit KB zeer beperkt, voor lozing in de bodem bestaan geen voorwaarden. Een lokale zuiveringsinstallatie kan volgens het sanitair reglement bestaan uit een septische put met bacteriefilter, of een ruimput met twee niveaus en bacteriefilter[15,16]. Recent Nederlands onderzoek[17] wijst uit dat een juist gedimensioneerde septische put eigenlijk alleen een grote bezinker is met veel ruimte voor slib. Anaërobe omzettingen vinden nauwelijks in de waterfase, maar vooral in de sliblaag plaats. Door de lange verblijftijd vergist het slib ondanks de geringe activiteit. De normale toepassing van de gebruikelijke huishoudelijke produkten heeft weinig invloed op de goede werking van de septische put. Onderhoud beperkt zich tot de periodieke verwijdering van het slib.

De toenemende aansluitingsgraad van het rioleringsnet op rioolwaterzuiveringsinstallaties maakt de lokale zuivering in de toekomst niet overbodig. De aansluiting van alle verspreide bebouwing op centrale rioolwaterzuiveringsinstallaties heeft immers zeer grote financiële implicaties. Naar schatting 15 % tot 30 % van de woningen zul-

len nooit op een riolering met rioolwaterzuiveringsinstallatie aangesloten worden[18]. Ook al wordt het afvalwater uiteindelijk via de rioolwaterzuiveringsinstallaties geloosd, de lokale zuivering ervan past in de filosofie van maximale scheiding aan de bron.

De lokale behandeling van het huishoudelijk afvalwater kan alleen functioneren bij een *regelmatige (driejaarlijkse) en verplichte slibverwijdering*. De verwerking van dit slib vergt bijkomende voorzieningen in de rioolwaterzuiveringsinstallaties.

Proefproject

Een aantal van de voorgestelde maatregelen realiseren het beleidsdoel via een tussenstap: ze mikken op de realisatie van een kwaliteitsvoller bouwwerk of op een verandering in het gebruik ervan. Het eerste effect is duurzaam, het tweede onzeker en misschien voorbijgaand. Permanente evaluatie van de maatregelen is dus vereist. De hoger geschetste trage evolutie in het gebouwenbestand en de infrastructuur bemoeilijkt het bijsturingsproces.

De voorgestelde technische maatregelen moeten daarom vooraf op hun effectiviteit en efficiëntie getest kunnen worden. Dit vereist dat wetenschappers de economische en technische haalbaarheid van de verschillende maatregelen in de reële woonsituatie kunnen beoordelen en tegen elkaar afwegen. De grote overredingskracht en waarheidsgetrouwheid van de onderzoeksresultaten die op deze manier verkregen worden, zijn een belangrijk pluspunt bij het nadien promoten en opleggen van maatregelen.

Proefprojecten in de sociale woningbouw zijn bij uitstek geschikt voor dit onderzoek. De overheid krijgt er de kans tegen beperkte meerkosten een voorbeeldfunctie te vervullen. Het relatief grote aantal wooneenheden laat bovendien toe statistisch relevante conclusies te trekken.

Medewerkers aan het proefproject kunnen gezocht worden in de wereld van onderzoek, ontwerp, advies en aannemerij.

3 | Kostprijs van de maatregelen

Wij ramen voor de overheid en de bouwheer de kostprijs van de voorgestelde maatregelen.

3.1 | Overheid

De voorgestelde maatregelen situeren zich op het niveau van de regelgeving, de controle op de toepassing van de regelgeving en het beleidsondersteunend onderzoek.

- Het uitwerken van het regelkader kan 100 miljoen BF kosten.
- De controle op de toepassing van de regelgeving vereist de bijscholing van gemeentelijke en gewestelijke ambtenaren en de aanwerving van bijkomende personeelsleden in de gemeentelijke bouwadministratie. Wij ramen het aantal extra personeelsleden op 300 (kostprijs 500 miljoen BF/jaar).
- Voor het beleidsvoorbereidend en beleidsondersteunend onderzoek schatten wij de totale kosten op 350 miljoen BF.

3.2 | Bouwheer

De bijkomende kosten worden veroorzaakt door investeringen in:

- de hogere bouwkwaliteit (thermische kwaliteit, akoestische kwaliteit, binnenluchtkwaliteit);
- de regenwaterinstallatie en de individuele huishoudelijke waterzuivering;
- betere olieopslag (indien van toepassing);
- opslagruimte voor gescheiden afvalverzameling;
- duurdere werfafwikkeling.

Wij ramen de gemiddelde kostprijsverhoging op 10 % (15 miljard BF voor de volledige bouwsector).

Referenties

1 Van Rensbergen J., Lissens G., Debruyn W., Status Questionis CO_2 Inventarisatie Vlaamse Gewest, Studie uitgevoerd in opdracht van het Bestuur van Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Rapport ENE.RB9320, VITO, 1993.

2 Emissiejaarverslag Deel B, Structuur en resultaten van de emissie-inventaris Vlaamse Regio, Bestuur Meetnetten en Planning, Dienst Lucht, VMM, 1992.

3 Tempst W., Bouw- en sloopafval, Voorbereiding ontwerpplan 1991-1995, OVAM, 1990.

4 Tempst W., Bouw- en sloopafval, Voorbereiding Ontwerpplan 1991-1995, OVAM, 1990.

5 van der Wal J. F., Belasting van de binnenlucht door emissie uit (bouw)materialen en produkten, Bouwfysica 1 (1992), 12.

Afvalstoffenplan 1991-1995, OVAM.

6 Nationaal Instituut voor de Huisvesting, STS 35 Waterhuishouding, 1975.

7 Hens H., Ali Mohamed F., Thermal quality and energy use in the existing housing stock, CIB W64 Energy efficient buildings symposium, Stuttgart, 9-11 maart 1993.

8 Richtlijn 89/106/EEG van de raad inzake voor de bouw bestemde produkten, Commissie van de Europese Gemeenschappen.

9 van den Ham E. R., Ackers J. G., Radon in het binnenmilieu, Bouwfysica 1 (1992), 21.

10 Rese M. et al., Bouwbesluit: besluit van 16 december 1992, Stb. 680, houdende technische voorschriften omtrent het bouwen van bouwwerken en de staat van bestaande bouwwerken, Tjeenk Willink, Zwolle, 1992.

11 Pohl W.-H., Horschler S., Novellierung der Wärmeschutzverordnung, Deutsche Bauzeitung 2 (1994), 99.

12 van den Broek C., Milieu-effecten van bouwmaterialen: een literatuurstudie naar de milieu-effecten van bouwmaterialen en de implicaties hiervan voor een milieuverantwoord gebruik, Doctoraatscriptie, Rijksuniversiteit Leiden, 1988.

13 Motteu H., Rousseau E., Recycleren van afvalstoffen in de bouw, WTCB-tijdschrift (zomer 1992), 21.

14 Betonpuingranulaat en metselwerkpuingranulaat als toeslagmateriaal voor beton, Civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving, Rapport 125, 1986.

15 Dugniolle E., Zuivering van huishoudelijk afvalwater, WTCB-tijdschrift 3 ° (1988), 44.

16 Nationaal Instituut voor de Huisvesting, STS 35 Waterhuishouding, 1975.

17 Martijse G., Praktijkonderzoek individuele behandeling van afvalwater, H20 (1989), 510.

18 De Cuyper K., Loutz S., Individuele zuivering van huishoudelijk afvalwater, WTCB-tijdschrift (winter 1992), 3.

Begeleiders

C. De Pauw, F. Henderieckx, WTCB

F. de Sagher, M. Dillen, VCB

R. Teerlinck, Belconsulting N.V.

IV.7 Overige nijverheid

B. Steyaert, J. Gauderis, DRI

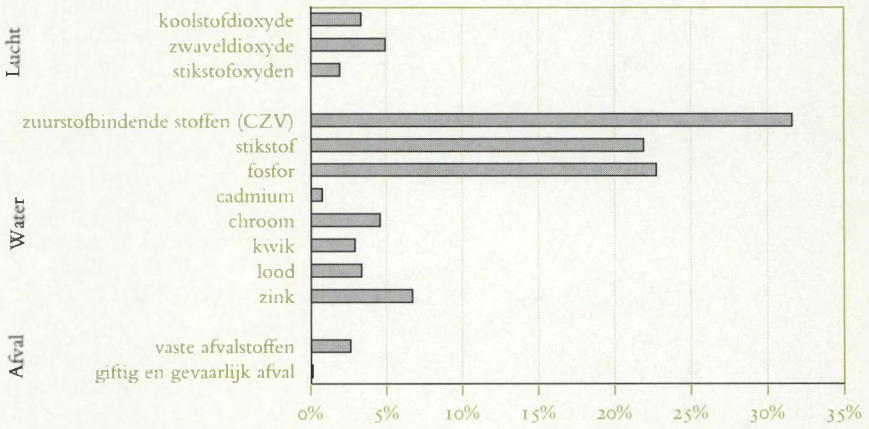
1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Voedingsnijverheid

Emissieprofiel

Figuur 1 schetst het emissieprofiel van de voedingsnijverheid op basis van de meetresultaten beschikbaar bij de VMM[1,2] en de OVAM[3]. In de figuur is weergegeven in welke mate de voedingsnijverheid tot een aantal emissies in de lucht en in het water en tot de produktie van afvalstoffen bijdraagt. Het totaal van de gemeten emissies door de industrie (verwerkende nijverheid, energiesector en afvalverwerking) is daarbij aan 100 gelijkgesteld. De metingen waarop de cijfers in figuur 1 berusten, zijn niet volledig en komen ook niet voort uit een toevallige steekproef. De cijfers in de figuur vormen slechts een schatting van het belang van de overige nijverheden als veroorzaker van emissies.

Figuur 1: Aandeel van de voedingsnijverheid in de emissies door de industrie (1991).



Bron: VMM[1,2], OVAM[3].

De relatief belangrijkste belasting van het milieu door de voedingsnijverheid is de vervuiling van het water door organische stoffen. Gemeten via de CZV maakt deze vervuiling 32 % van de industriële emissies uit. Het gaat hier om resten van verwerk-

te dierlijke produkten en landbouwprodukten die met het spoel- en kookwater geloosd worden. De organische vervuiling is dus van natuurlijke oorsprong, niet giftig, en biodegradeerbaar. Detergenten en desinfectiemiddelen gebruikt bij het reinigen en desinfecteren van (delen van) de produktieapparatuur en van hervulbare glasverpakkingen vormen een belangrijke bron van watervervuiling in verschillende delen van de industrie (zoals vleesverwerking, brouwerijen, zuivelindustrie, frisdranken). Werkzame bestanddelen in de reinigingsmiddelen zijn onder andere natronloog, fosforzuur, tensiden; werkzame bestanddelen van desinfectiemiddelen zijn onder andere chloorhoudende verbindingen, aldehyden (zoals formaldehyde) en oxydatiemiddelen. Deze produkten vormen de oorsprong van de vermestende emissies door de voedingsindustrie, die de oorsprong is van ongeveer 22 % van zowel de fosfor- als de stikstoflozingen van de gehele industrie in Vlaanderen.

De verbranding van fossiele brandstof om warm water en stoom op te wekken gaat met de uitstoot van de gekende verbrandingsgassen (SO_2, NO_x en CO_2) gepaard. Deze emissies vertegenwoordigden in 1991 respectievelijk 2 %, 5 % en 3 % van de SO_2, NO_x en CO_2 uitstoot van de gehele industrie. In de zuivelindustrie bijvoorbeeld wordt de meeste energie verbruikt bij het koelen, het pasteuriseren en steriliseren, het indampen en drogen, en het reinigen. Bij koeling door CFK-koelmachines kunnen door lekken CFK's vrijkomen.

Themaprofiel

Tabel 1 beschrijft de milieuproblemen gesteld door de voedingsnijverheid per milieuthema. Voor elk thema worden de belangrijkste stoffen aangegeven die een rol spelen evenals de subsectoren of produktieprocessen waar deze stoffen vrijkomen en die de doelgroepen voor eventuele maatregelen zijn. In het geval van de voedingsnijverheid is waterverontreiniging door organische stoffen en nutriënten het belangrijkste thema, en de meeste subsectoren binnen de voedingsnijverheid behoren tot de doelgroep.

Tabel 1: Themaprofiel van de voedingsnijverheid.

Milieuthema's	Stoffen	Doelgroepen
Verandering klimaat	CO_2	Stookinstallaties en ovens
Verzuring	SO_2, NO_x	Stookinstallaties en ovens
Vermesting	Nutriënten in afval en water	Voedingsnijverheid bv. bierbrouwerijen, zuivel, frisdranken, vleesverwerking, enz.
Afvalstoffen	Proces: organisch afval	Reeds grotendeels gerecupereerd, bv. bierbrouwerijafval in veevoederindustrie
	Outputs: verpakkingen van voedingsprodukten	Voedingsnijverheid, verpakkingsnijverheid
Waterverontreiniging	Organische stoffen (meestal biodegradeerbaar)	Voedingsnijverheid
	Nutriënten	Voedingsnijverheid
Hinder: stank		Slachthuizen en vilbeluiken
Hinder: risico's	Graansilo's	Opslag van granen

Bron: UNEP[4], RIVM[5], DRI.

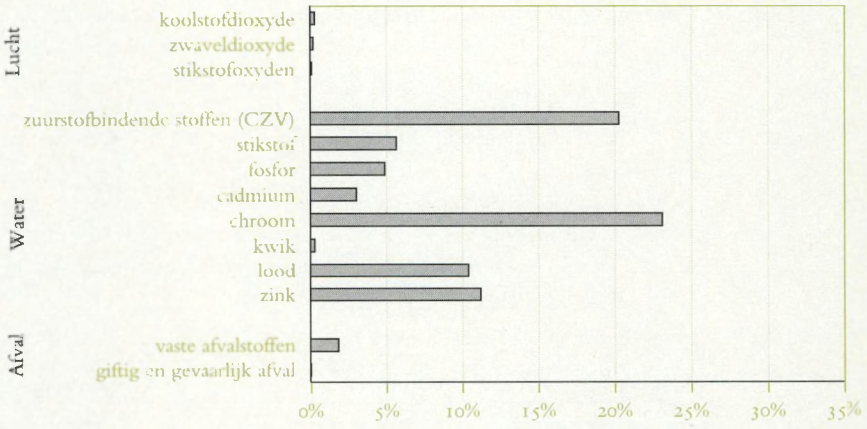
1.2 Textielnijverheid

Emissieprofiel

Volgens de gemeten emissies is het belangrijkste milieuprobleem van de textielnijver-

heid de lozing van organische stoffen en zware metalen in water (zie figuur 2). Emissies van koper zijn waarschijnlijk niet verwaarloosbaar ofschoon niet opgenomen in de figuur. Sinds 1991, het jaar van de steekproef, zijn de emissies van chroom afgenomen (bron: Centexbel). De waterverontreiniging bestaat uit textielvezels en resten van chemicaliën die in het produktieproces gebruikt worden. De verontreiniging vindt vooral plaats tijdens de veredelingsfase, waarbij het textiel voor en tussen de verschillende behandelingen gewassen wordt om de gebruikte chemicaliën eruit te verwijderen. In tabel 2 zijn een aantal stoffen opgenomen die bij verschillende veredelingsprocessen in het afvalwater terechtkomen. De bronnen van de emissies zijn de resten van de procesbaden, spoel- en waswater van het textiel en spoelwater van het reinigen van de apparatuur. Belangrijke stoffen die vrijkomen bij de voorbehandeling zijn moeilijk afbreekbare sterkmiddelen en niet-ionogene detergenten, en hypochloriet (bleken). De kleurstoffen, die bijna steeds zeer persistent zijn, vormen de voornaamste vervuilingsbron in het ververij- en drukkerij-afvalwater. Bij de nabehandelingen komen onder andere persistente en soms toxische stoffen vrij. De afvalstoffen bevatten onder andere resten textiel, drukinktafval en verpakkingsmateriaal en slib van de bedrijven met een eigen waterzuiveringsinstallatie.

Figuur 2: Aandeel van de textielnijverheid in de emissies van de industrie (1991).



Bron: VMM, OVAM.

1.3 | Niet-metaalhoudende mineralen, pulp en papier, houtverwerking

Onder deze hoofding worden de sector van de niet-metaalhoudende mineralen, de papiernijverheid en de houtverwerkende nijverheid samengenomen.

Emissieprofiel

De beschouwde nijverheden dragen slechts in mindere mate tot de gemeten emissies bij (figuur 3). Dit is het gevolg van hun kleinere omvang en/of van het minder vervuilende karakter van hun activiteiten.

In de sector van de *niet-metaalhoudende mineralen* is de belangrijkste vorm van milieubelasting de uitstoot van de gewone rookgassen: koolstofdioxide, zwaveldioxide en stikstofoxiden. Deze gassen worden gevormd bij de verbranding van fossiele brandstoffen die in de sector intensief wordt toegepast voor de opwekking van hitte, en in bak- of smeltovens. De smeltovens in de glasindustrie zijn een belangrijke bron van luchtemissies door de vervluchtiging van zware metalen (arseen, antimoon, lood, cadmium) tijdens het smelten, en het vervluchtigen van tin. De emissies van onder

andere SO_2, NO_x en stof liggen lager per kg gesmolten glas bij gebruik van recyclingscherven. Glasrecyclage geeft eveneens aanleiding tot energiebesparing. Het smelten van 1 kg verpakkingsglas uit de normale grondstoffen kost ongeveer 5,5 MJ aan energie en ongeveer 4 MJ uit scherven.

Tabel 2: Voorbeelden van watervervuilende stoffen bij textielveredelingsprocessen.

	Proces	Stoffen
Voorbehandeling	ontsterken	enzymen, oxydatiemiddelen
	reinigen	soda, natronloog
	bleken	hypochloriet, waterstofperoxyde
	vollen	wasmiddelen, zouten
Verven en drukken	verven	kleurstoffen, zouten, chromaten, tensiden, carriers
	drukken	verven, oplosmiddelen (white spirit, tri)
Nabehandelingen (finishen/appreteren)	waterafstotend maken	siliconen, aluminium- en zirkoonzepen
	rot-, mot-, schimmelwerend maken	gechloreerde aromatische koolwaterstoffen, organische koperverbindingen
	brandvertragend maken	organische fosfor- en halogeenverbindingen
	kreukherstellend maken	formaldehyde, magnesium- en zinkzouten
	krimpvrij maken	hypochloriet

Bron: RIVM.

Themaprofiel

Tabel 3 beschrijft de door de textielnijverheid veroorzaakte milieuproblemen, per milieuthema.

Tabel 3: Themaprofiel textielnijverheid.

Milieuthema	Stoffen	Doelgroep
Waterverontreiniging	Organische stoffen (vezels, detergenten, sterkmiddelen)	Klaarmaken vezels, veredeling
	Kleurstoffen, zware metalen (chroom)	Veredeling
Verdroging	Uitputting grondwater	Veredeling
Verspreiding gevaarlijke stoffen	Kleurstoffen, zware metalen (chroom)	Veredeling

Bron: UNEP, RIVM, DRI.

De emissies naar water in de glasindustrie worden veroorzaakt door koelwater (compressoren, vormen, ovens), spuiwater van waterbehandelingsinstallaties en stoomsystemen, en water van wasinstallaties. Indien het koelwater gerecirculeerd wordt, kan het spuiwater aanzienlijke concentraties sulfaat en fosfaat bevatten.

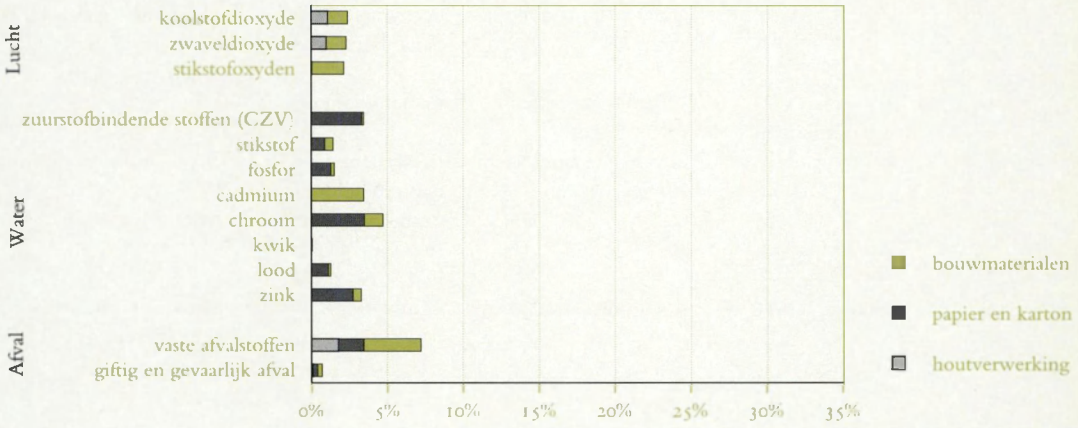
De verwerking van grondstoffen gaat onvermijdelijk met de produktie van restafval gepaard. De kleine helft van het afval wordt gerecupereerd en de rest gestort. Lawaaihinder is een probleem bij de betonindustrie.

De *papiernijverheid* draagt vooral tot de waterverontreiniging bij, meer bepaald door organische stoffen en zware metalen (chroom, zink). De vervuiling door zware metalen wordt vermoedelijk veroorzaakt door verontreinigingen in oud papier. Chroom

kan afkomstig zijn van chroomhoudende kleurstoffen/drukinkten. Zinkwit werd in het verleden als vulstof voor papier gebruikt. Vervuiling door organische stoffen vindt bij de papierbereiding plaats. De bereiding van papier is zeer waterintensief en bovendien spoelen met het geloosde water papiervezels mee.

De *houtverwerkende nijverheid* is in de emissiecijfers zo goed als afwezig. Daar de bedrijven in de houtverwerkende nijverheid te klein zijn om in de meetnetten te worden opgenomen, zijn de meetgegevens over lucht- en wateremissies vermoedelijk zeer onvolledig. De sector meldt een belangrijke hoeveelheid houtafval. Meer dan de helft daarvan wordt gerecupereerd. De rest wordt grotendeels verbrand voor warmteopwekking.

Figuur 3: Aandeel van de niet-metaalhoudende mineralen, papier en houtverwerking in de emissies van de industrie (1991).



* *Houtverwerkende en papiernijverheid zijn samengenomen*

Bron: VMM, OVAM.

Themaprofiel

Tabel 4 beschrijft de milieuproblemen veroorzaakt door de hier beschouwde nijverheden per milieuthema. Voor elk thema worden de belangrijkste stoffen aangegeven die een rol spelen evenals de sectoren of produktieprocessen waar deze stoffen vrijkomen en die de doelgroepen voor eventuele maatregelen zijn.

De belangrijkste thema's zijn luchtverontreiniging (klimaatverandering en verzuring) en waterverontreiniging. Voor het eerste thema bestaat de doelgroep uit alle verbrandingsprocessen. Alle beschouwde nijverheidstakken verbranden fossiele brandstoffen voor de opwekking van hitte en stoom, het meest intensief in de sector van de niet-metaalhoudende mineralen (glasnijverheid en steenbakkerijen). In de overige nijverheden (bouwmaterialen, papier en karton, hout) komt de waterverontreiniging hoofdzakelijk van de papiersector, en met name de papierbereiding. De houtverwerkende nijverheid telt veel kleine bedrijven, vaak gevestigd in woonzones. De industrie gebruikt enkele milieubelastende processen (gebruik van chemische produkten bij de behandeling en de afwerking van het hout, opwekking van warmte door de verbranding van fossiele brandstoffen), maar niet erg intensief. De milieu-impact van de houtverwerking wordt echter vergroot door haar veelvuldige vestigingen in woonzones.

Tabel 4: Themaprofiel van de niet-metaalhoudende mineralen, pulp en papier, houtverwerking.

Milieuthema	Stoffen	Doelgroep	Opmerking
Verandering klimaat	CO_2	Stookinstallaties	
Verzuring	SO_2, NO_x		
Verspreiding gevaarlijke stoffen	VOS in oplosmiddelen	Houtverwerking	
	Zware metalen	Papierbereiding: ontinkting oud papier	
Afvalstoffen	Proces: produktieafval in de vorm van hout- en papierresten	Houtverwerking en papierbereiding	Dit afval wordt reeds grotendeels gerecupereerd
	Outputs: verwijdering afgewerkt produkt na verbruik	Glasnijverheid, bouwmaterialen en papierbereiding	Hergebruik oud glas, bouwmaterialen en oud papier in nieuwproduktie
Water-verontreiniging	Organische stoffen (papiervezels)	Papierbereiding	
	Zwevende stoffen	Papierbereiding	
	Zware metalen	Papierbereiding: ontinkting oud papier	
Hinder: lawaai		Betonnijverheid, houtverwerking	
Hinder: stank	VOS in oplosmiddelen	Houtverwerking	Lokaal probleem (bedrijven in woonzones)

Bron: UNEP, RIVM, DRI.

2 | Maatregelen

2.1 | Voedingsnijverheid

Luchtverontreiniging

Naast de rookgasbehandelingssystemen ter vermindering van de vervuilende componenten in de verbrandingsgassen zijn er specifieke maatregelen om de procesemissies van de verschillende industrieën te verminderen, waarbij telkens specifieke voor- en nadelen afgewogen moeten worden. De emissie van organische stoffen en geurstoffen bij het koken van wort (bierbrouwerijen) bijvoorbeeld wordt grotendeels afgevangen bij de condensatie van de dampen voor de herwinning van energie.
Dampstoomrecompressie voor energierecuperatie is nog effectiever in het verminderen van de emissies van organische stoffen, maar vereist dure investeringen en heeft als belangrijk nadeel dat de kwaliteit van het produkt in het gedrang kan komen. In de zuivelindustrie is energiebesparing mogelijk, bijvoorbeeld door meertrapsverdampingssystemen (bij het indampen van wei bij het kaasmaken) en de toepassing van alternatieve drogers (bij het drogen van de wei in droogtorens).

Waterverontreiniging

In de gehele voedingsindustrie kunnen, bij de keuze van reinigings- en desinfectiemiddelen, oxydatiemiddelen (bv. waterstofperoxyde) gebruikt worden in plaats van chloorhoudende middelen. Deze oxydatiemiddelen zijn echter duurder.
Procesgeïntegreerde maatregelen verschillen tussen de deelsectoren. Bij de bierbrou-

werijen, bijvoorbeeld, kan de afvoer van concentraten (bv. concentraat dat ontstaat bij het uitpersen van de gist) beperkt worden door zoveel mogelijk te voorkomen dat de concentraten in het afvalwater belanden. Een mogelijke procesgeïntegreerde maatregel in de zuivelindustrie is het gebruik van CIP (cleaning-in-place) -reinigingssystemen waardoor het watergebruik aanzienlijk gereduceerd kan worden. Cleaning-in-place leidt tot besparingen in het watergebruik en reinigings- en desinfectiemiddelen, door recirculatie van spoelwater. Bij de reiniging van retourflessen kan de lozing van loog verder verminderd worden door een veralgemeende toepassing van tegenstroomspoeling en recuperatie van de loog. Het (grond)waterverbruik kan in de voedingsnijverheid verder verminderd worden door efficiëntere koeltechnieken toe te passen (onder andere in de zuivelindustrie)[5].

Het afvalwater van de voedingsnijverheid is vooral met biodegradeerbare organische stoffen en nutriënten verontreinigd en heeft gelijkaardige kenmerken als huishoudelijk afvalwater. Voor de zuivering van het water biedt lozing in het riool gevolgd door behandeling in rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) een mogelijke oplossing. De afvalstroom kan door een biologische waterzuiveringsinstallatie behandeld worden, indien die voorzien is van een extra trap voor biologische nitrificatie-denitrificatie om de stikstofverbindingen te verwijderen, en van een proces om fosforverbindingen te verwijderen. Tot op heden is er geen RWZI in Vlaanderen die deze extra zuiveringsstap biedt. Aangezien de voedingsnijverheid een groot aantal kleine bedrijven telt, zouden nochtans schaalvoordelen gerealiseerd kunnen worden door een gecentraliseerde aanpak van de afvalwaterbehandeling. De totale vuilvracht (gemeten in effectieve vervuilingseenheden, d.w.z. zonder rekening te houden met de sectoriële correctiefactoren) voor de waterheffingsplichtige voedingsbedrijven bedroeg meer dan 14 % van de totale industriële vuilvracht in 1992.

Verpakkingsafval

De federatie van de voedingsnijverheid (LVN) heeft samen met partners (waaronder FEDIS, de federatie van de distributiebedrijven) een plan uitgewerkt om huishoudelijk verpakkingsafval maximaal te valoriseren, in het bijzonder via recyclage. Om dit plan in werkelijkheid om te zetten zal een coöperatieve vennootschap met beperkte aansprakelijkheid, FOST PLUS cvba worden opgericht.

In een eerste fase werd voor elk soort verpakkingsmateriaal het potentieel ingeschat.van mechanische recyclage en thermische valorisatie tussen 1994 en 2000. Vervolgens werd nagegaan welke mogelijkheden er beschikbaar zijn om de valoriseerbare verpakkingen selectief in te zamelen en te sorteren om ze, via afnamegaranties, door producenten en invoerders van verpakkingen en verpakkingsmaterialen te laten valoriseren.

De kosten voor de industrie zullen gelijk zijn aan de extra kosten van de selectieve ophaling en sortering verminderd met de besparingen van de gemeenten in vermeden stort- of verbrandingskosten en met de valorisatiewaarde van de gesorteerde verpakkingsmaterialen. Deze kosten worden verhaald op de bedrijven die aan het systeem deelnemen. Als bewijs van hun financiële deelname aan het systeem van selectieve ophaling en sortering zullen alle verpakkingen voorzien worden van het 'groene punt'.

Op basis van de specifieke kosten per materiaalketen zal een gedifferentieerd tarief voor het groene punt bepaald worden. De bijdragen van de ondernemingen kunnen zodoende berekend worden in functie van het aantal, het gewicht en de materiaalsoort van de verpakkingen die zij op de markt brengen. Het tarificatiesysteem zou zo een regulerende werking moeten hebben (minder en gemakkelijker valoriseerbare verpakkingen).

Een evaluatie van het systeem zal moeten uitwijzen hoe effectief het bijdraagt tot zijn doel, namelijk het vermijden van overbodig verpakkingsafval en het kwantitatief verminderen van de te storten hoeveelheid afval. Ofschoon afname van het gerecupereerd materiaal voldoende afzet vindt (mededeling FOST PLUS), zal nagegaan moeten worden of een verdere stimulering van de vraag naar secundaire grondstoffen nodig is.

2.2 | Textielnijverheid

De waterverontreiniging door de textielnijverheid stelt voornamelijk problemen door de emissies van metalen en niet-biodegradeerbare bestanddelen, die bij te hoge concentraties in het afvalwater schadelijk kunnen zijn. Deze bestaan uit resten van de gebruikte behandelings- en veredelingsmiddelen en uit begeleidingsstoffen die bij de veredeling weggehaald worden (bv. onzuiverheden in ruwe wol en in katoen). Door het toepassen van de 'Best Beschikbare Technieken' of van de 'Meest Milieuvriendelijke Praktijken'[6] kunnen deze emissies verminderd worden door, indien mogelijk, schadelijke en biologisch niet-afbreekbare behandelingsprodukten door minder schadelijke en biodegradeerbare alternatieven te vervangen of door het verminderen van de uitstoot van die stoffen. Bij het bleken bijvoorbeeld, kan chloorbleekloog (hypochloriet) vervangen worden door waterstofperoxyde. Een andere mogelijke maatregel is de neutralisatie van de basische afvalwaterstroom uit de reiniging en mercerisering door middel van doorleiding van zure rookgassen. Bij het verven kan het gebruik van kleurstoffen die bijvoorbeeld chroom of andere metalen bevatten, verminderd worden door ze te vervangen door substituten, indien daarmee dezelfde kleurechtheid verkregen kan worden. Een andere maatregel bij het verven betreft het overschakelen op hoge-temperatuurverven daar waar dat van toepassing is, en -indien mogelijk- het gebruik van steeds donkerdere kleuren bij het drukken of het gebruik van kleurstoffen met een hoger fixatierendement.

Reductie van het gebruik en vervanging van schadelijke en niet-biodegradeerbare stoffen zijn de verkieselijke methoden, maar indien nodig, dan kunnen metalen en niet-biodegradeerbare bestanddelen uit het afvalwater verwijderd worden op de plaats van het productieproces door middel van kleinschalige nageschakelde technieken zoals coagulatie, adsorptie, chemische oxydatie en membraantechnieken. De precieze toepassing van deze technieken (keuze van additieven, katalysatoren,enz.) wordt op de aard van het te behandelen afvalwater afgestemd. Chemische of biochemische oxydatie met behulp van schone oxydatiemiddelen zijn verkieselijk. In het geval van adsorptie moeten de afvalstoffen verbrand of gestort worden. Coagulatiemiddelen zijn vaak toxisch en komen in het slib terecht. Membraantechnieken worden gebruikt om produkten af te scheiden van het afvalwater en opnieuw te gebruiken in het proces (recyclage). Het is echter zelden mogelijk de verwijderde bestanddelen te recupereren voor hergebruik in het produktieproces. Bij de niet-geïntegreerde textielverwerking (ongeveer 50 % in Vlaanderen) bijvoorbeeld, worden weefsels die met sterkmiddelen zijn behandeld, ingevoerd vanuit Azië en in Vlaanderen ontsterkt; het concentraat kan echter niet weer in Azië op de markt gebracht worden.

Nadat de schadelijke en niet-biodegradeerbare bestanddelen, waaronder kleurstoffen, verwijderd zijn of omgezet zijn in biodegradeerbare stoffen, kunnen de andere organische stoffen biochemisch afgebroken worden. Dit gebeurt in grootschalige, gecentraliseerde zuiveringsinstallaties van het bedrijf of in RWZI's.

Een beter beheer van het water in de produktie, door hoog watergebruik op te sporen en waterkringlopen te sluiten, kan het waterverbruik aanzienlijk verminderen. Tevens dalen de kosten van waterbehandeling (een intensiever gebruik van water verlaagt de te behandelen hoeveelheden en verhoogt de vuilconcentratie wat de zuivering vergemakkelijkt). Dit wordt onmogelijk gemaakt door in de lozingsvergun-

ningen emissiebeperkingen uit te drukken in concentraties. Referentievolumes, zoals toegepast in de sectoriële normen, zouden ook in de vergunningen toegepast moeten worden.

Maatregelen ter vermindering van de luchtemissies omvatten onder andere procesgeïntegreerde maatregelen zoals het verlagen van de bedrijfstemperaturen (indien van toepassing), de vervanging van oplosmiddelhoudende chemicaliën door watergedragen chemicaliën, de vervanging van verontreinigende stoffen door minder verontreinigende stoffen, en de overschakeling van oplosmiddelrijke verven naar oplosmiddelarme verven. Mogelijke nageschakelde zuiveringstechnieken zijn onder andere zuivering met behulp van scrubbers (gaswassers) en adsorptie aan actieve kool. Reductie van de afval zal van bedrijf tot bedrijf bekeken moeten worden.

2.3 | Niet-metaalhoudende mineralen, pulp en papier, houtverwerking

In de sector van de *niet-metaalhoudende mineralen* dient vooral aandacht te worden besteed aan het verbeteren van de verbrandingsinstallaties. Door betere afstelling van de ovens en regelmatig onderhoud, en door nageschakelde technieken kunnen emissies naar de lucht verminderd worden.

De emissies naar water in de glasindustrie kunnen beperkt worden door het (verder) sluiten van de waterkringlopen of door het water te hergebruiken voor andere doeleinden. Voor het reinigen van het koelwater kunnen zuiveringstechnieken zoals coagulatie en flocculatie, hydrocyclonage en membraanfiltratie gebruikt worden die echter in deze situatie een lage kosten-effectiviteit hebben. De emissies van zware metalen en stof naar de lucht kunnen beperkt worden met natte of droge rookgasreiniging. Om energie te besparen en de CO_2-emissies te beperken, kan meer recyclingglas gebruikt worden bij de glasproduktie. Elke kilo recyclingglas spaart 1,2 kg aan natuurlijk materiaal uit. Elke 10 % aan glasscherven bespaart 2,5 % tot 3 % aan smelt-energie. Een knelpunt is de beschikbaarheid van zuiver en volgens kleur gesorteerd afvalglas. Ook kunnen energiezuinige ovens het energieverbruik minimaliseren (meer isolatie, verbranden met zuurstof in plaats van lucht, voorverwarming van grondstoffen, enz.).

In de betonindustrie wordt onderzocht of betonafval gerecycleerd kan worden als grondstof bij de produktie. De mogelijkheden zijn eerder gelimiteerd, wegens de hoge kwaliteitsvereisten voor het eindprodukt.

Het onderzoek naar schone processen in de *papier- en kartonindustrie* dient in de eerste plaats voortgezet te worden om het hergebruik van waterstromen verder door te voeren en het watergebruik terug te dringen. Het gaat hierbij om het hergebruik van proceswater, het hergebruik van koelwater als proceswater, het hergebruik van gezuiverd afvalwater als proceswater, en waterbesparende procesapparatuur[5]. De voordelen hiervan zijn het terugdringen van het oppervlaktewaterverbruik en het terugdringen van afvalwaterlozingen (organische micro-verontreinigingen en zware metalen). Naast hergebruik lijkt zandfiltratie het meest veelbelovend[7]. Het hoge gebruik van secundaire vezels verklaart de noodzaak van ontinkting voor bepaalde toepassingen. Ontinkting minimaliseert water- en energieverbruik mits er flottatiecellen gebruikt worden en de CZV van het afvalwater blijft relatief gering[4].

Afhankelijk van het type oud papier en karton en van de te produceren kwaliteit kunnen de vezels slechts een bepaald aantal keren gebruikt worden (2 tot 5 cycli maximaal)[8]. Daarom, en omdat 10 % tot 30 % van het oud papier verloren gaat tijdens de verschillende behandelingsfasen, dienen de verliezen aan vezels door de inbreng van nieuwe vezels gecompenseerd te worden. De kwaliteitseisen die de papierverwerking stelt aan bijvoorbeeld loop- en drukeigenschappen vormen een andere beperking voor het gebruik van secundaire vezels bij de papierbereiding.

België is gespecialiseerd in de vervaardiging van kwalitatief hoogstaand grafisch papier (60 % van de totale produktie), waarbij het gebruik van secundaire vezels beperkt is. Het gewichtsaandeel van oud papier in het totale gewicht aan grondstoffen (pulp en chemische additieven) bedroeg 24 % van de papierproduktie in 1992 (tegenover 47 % in de Europese Unie)[9]. Dit recyclage-percentage kan opgedreven worden door de sortering aan de bron (bv. in de fracties karton, tijdschriften/kranten, kantoorpapier) bij de collectie van oud papier te verbeteren en door de afzetmogelijkheden van het recycleerbare oud papier bij de industrie te verhogen.

Een belangrijk probleem in de *houtnijverheid* vormt de emissie van VOS door het gebruik van vernis, verf, lak en lijm die solventen bevatten. Vervanging van solventhoudende dekmiddelen door solventvrije dekmiddelen of door wateremulsies blijkt niet steeds mogelijk, ofschoon er verder onderzoek in dit verband gaande is.

Referenties

1 VMM, Emissiejaarverslag 1992, VMM, Erembodegem.

2 VMM, Resultaten emissienetnet 1991, VMM, Erembodegem.

3 OVAM, Gegevensbank vaste afvalstoffen.

4 UNEP, Cleaner production worldwide, Parijs, 1993.

5 Verbruggen A. en I. Janssens, Rationeel watergebruik, Inschatting van de mogelijkheden in de grote verbruikssectoren in Vlaanderen, STEM, 1993.

6 Centexbel, Draft PARCOM recommendation concerning Best Available Techniques and Best Environmental Practice for wet processes in the textile processing industry, Working document No. 1 for the Paris Convention for the prevention of marine pollution, 1994.

7 Huizinga K., Verburgh J. en Matthijsen A., Samenwerkingsproject procesbeschrijvingen industrie Nederland, RIVM, RIZA en VROM, 1992.

8 Papier, een open boek - Papier, bos en recyclage, Paper Chain Forum, Brussel, 1992.

9 Cepi, Annual review 1992, Cepi, Brussel, 1993.

Begeleiders

Ph. De Brauwer, VLVN

L. De Pauw, F.François, COBELPA

L. Platteau, L. Bettens, CENTEXBEL

G. Vansteelant, FEBELHOUT

IV.8 Verkeer en vervoer

C. Cuijpers, S. Proost, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Relatie tot de milieuthema's

In wat volgt zullen we vooral aandacht besteden aan de bijdrage van verkeer en vervoer tot de verandering van klimaat, de verzuring, de fotochemische luchtverontreiniging, de afvalstoffen, de verspreiding van gevaarlijke stoffen, de lawaaihinder, de versnippering van de open ruimte en de verstoring van stedelijke gebieden.

Tabel 1: Themaprofiel van verkeer en vervoer.

	Binnenvaart	Spoor	Weg
Verandering van klimaat	• CO_2	• CO_2 maar beperkt bij goede bezetting	• CO_2, N_2O, CO
Verzuring	• SO_2 in benzine	• SO_2 in diesel	• NO_x • SO_2 in diesel
Fotochemische luchtverontreiniging			• VOS en NO_x benzinegebruik en distributie, minder bij dieselgebruik
Afvalstoffen		• beperkt	• omvangrijk volume moeilijk schroot bij auto's
Verspreiding van gevaarlijke stoffen			• Pb, CO
Hinder: lawaai		• in omgeving spoorlijnen	• belangrijk in steden en langs drukke wegen
Risico's en verkeersongevallen	• beperkt risico op ongevallen bij vervoer gevaarlijke stoffen	• risico op ongevallen bij vervoer gevaarlijke stoffen	• risico op ongevallen met gevaarlijke transporten en verkeersveiligheids-probleem
Versnippering van de open ruimte	• barrièrewerking	• barrièrewerking	• barrièrewerking
Milieuverstoring in stedelijke gebieden			• lood, CO

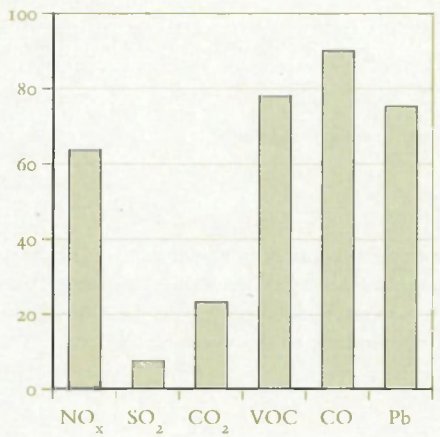
Bron: CES en ECMT, 1990[1].

1.2 | Emissies van NO_x, SO_2, CO_2, VOS, CO en lood

Bijdrage van verkeer

Het aandeel van het verkeer in de uitstoot van NO_x, SO_2, CO_2, VOS, CO en lood (Pb) in Vlaanderen draagt mede bij tot milieuverstoringen: klimaatverandering, verzuring, fotochemische luchtverontreiniging, verspreiding van gevaarlijke stoffen en verstoring van de verstedelijkte ruimte.

Figuur 1: Aandeel van het verkeer[a] in de totale uitstoot van NO_x, SO_2, CO_2, VOS[b], CO en Pb door de energiesector[c] in Vlaanderen in het jaar 1990.



Verandering van klimaat: broeikaseffect

De bijdrage van de transportsector in de CO_2-uitstoot in Vlaanderen in 1990 bedraagt 23,2 %. De CO_2-uitstoot kan men niet terugdringen met een specifieke reductietechnologie. Vooral een dalend energiegebruik voor transportdoeleinden, door ofwel een lager specifiek energiegebruik (liter/vkm) ofwel een kleiner aantal voertuigkilometer (vkm), zal leiden tot een afname van de CO_2-uitstoot.

---

[a] inclusief de luchtvaart voor NO_x, SO_2, CO_2, VOS: de emissies van de luchtvaart bedragen resp. 11 340 ton NO_x, 5 274 ton SO_2, 2 744 kton CO_2 en 1 758 ton VOS; voor CO en Pb enkel wegverkeer.

[b] exclusief methaan.

[c] energiesector omvat de energiestromen in de energietransformatie en -conversie en alle energetisch eindenergiegebruik (zie II.3 Energiesector). De procesemissies zijn niet opgenomen.

Bron: CES[2] en bijkomende berekeningen voor VOS, Mobiliteitscel, 1993[3].

Het is ook mogelijk de koolstofintensiteit van de gebruikte motorbrandstoffen terug te dringen door over te stappen op diesel en later op aardgas of op biobrandstoffen (methanol of ethanol gewonnen uit bijvoorbeeld hout).

Verzuring

Stikstofdioxyden (NO_x) en zwaveldioxyde (SO_2) dragen bij tot de verzuring (zie III.2A). Het verkeer is de belangrijkste bron van de NO_x-uitstoot. Het is evenwel mogelijk om de uitstoot van NO_x door benzinewagens met ongeveer 80 % (bij optimale werking van de katalysator) te beperken door het plaatsen van een geregelde driewegkatalysator[3]. In 1990 was het effect van deze techniek nog klein aangezien de driewegkatalysator slechts vanaf dat jaar progressief ingevoerd is bij benzinewagens.

De uitstoot van SO_2 wordt bepaald door het zwavelgehalte van de brandstoffen. Het zwavelgehalte van diesel werd teruggebracht van 0,3 % in 1981 tot 0,2 % in 1989[4]. Deze maatregel heeft de SO_2-uitstoot in de transportsector reeds aanzienlijk teruggebracht. Het zwavelgehalte van benzine ligt ongeveer 10 maal lager, namelijk. 0,03 %.

Fotochemische luchtverontreiniging

Vluchtige organische koolwaterstoffen (VOS) liggen aan de basis van verschillende

soorten milieuschade, zoals fotochemische luchtverontreiniging (zie III.2B). VOS-emissies in de transportsector ontstaan in de verbrandingsmotoren en bij de distributie van motorbrandstoffen (benzinedampen). Met uitzondering van de reglementering omtrent de uitrusting van benzinewagens met een driewegkatalysator (zie supra) werden in 1990 nog geen controletechnieken toegepast. De transportsector is met 88 335 ton verantwoordelijk voor 77,7 % van de totale VOS-emissies in het Vlaamse Gewest in 1990.

Verspreiding van gevaarlijke stoffen

Het benzineverbruik in de transportsector (bijna uitsluitend voor personenwagens) is een belangrijke bron voor de *looduitstoot* in Vlaanderen. Deze uitstoot houdt rechtstreeks verband met het loodgehalte van benzine. In 1985 werd loodvrije benzine op de markt gebracht die in 1990 reeds 27 % van de benzineverkoop[5] vertegenwoordigt. Daarnaast werd het loodgehalte van gewone benzine teruggebracht van 0,4 naar 0,15 g/l[3]. Ondanks deze maatregelen blijft het verkeer de voornaamste bron voor de looduitstoot met een aandeel van 75 %.

Koolstofmonoxyde (CO) is één van de meest toxische stoffen bij hoge concentraties van uitlaatgassen. Daarnaast draagt dit gas indirect bij tot het broeikaseffect. De uitstoot van CO wordt voor 90 % veroorzaakt door het wegtransport[3]. De CO-uitstoot ontstaat bij onvolledige verbranding. De benzinewagens nemen hier het leeuwedeel van de CO-emissies voor hun rekening. Door een betere verbrandingsefficiëntie kan de CO-uitstoot bij een dieselwagen tot 10 maal lager liggen dan bij een benzinewagen met hetzelfde motorvermogen[1].

Benzeen is een bestanddeel van benzine dat onder andere kanker (leukemie) veroorzaakt. Ongeveer 80 % van de benzeenemissies (dit is een VOS) vindt zijn oorsprong bij benzinevoertuigen indien deze uitstoot niet wordt gecontroleerd[1]. Benzeen is vooral een probleem op plaatsen waar verdamping van benzine plaatsvindt, voornamelijk in benzinestations.

Milieuverstoring in stedelijke gebieden

De luchtkwaliteit in de stad wordt sterk bepaald door het verkeer. In stadscentra is het verkeer voor bijna 100 % verantwoordelijk voor de CO en de looduitstoot en voor minstens 60 % van de NO_x- en VOS-uitstoot[1].

Vooruitzichten van de luchtemissies volgens referentiescenario

Vooruitzichten van de uitstoot van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door het verkeer in Vlaanderen voor de periode 1990-2010 worden gegenereerd door *het referentiescenario* (dit scenario is consistent met het scenario in II.8 Verkeer en vervoer) (figuur 2 en tabel 2). Deze emissietrends houden rekening met de bestaande wetgeving die de emissies reglementeert. Het betreft zowel de wetgeving die reeds van kracht is als de wetgeving die in de toekomst met zekerheid van kracht zal zijn.

Tabel 2: Vooruitzichten van de uitstoot van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS[a] door het verkeer[b] in 1990-2010 in Vlaanderen (in ton) volgens referentiescenario.

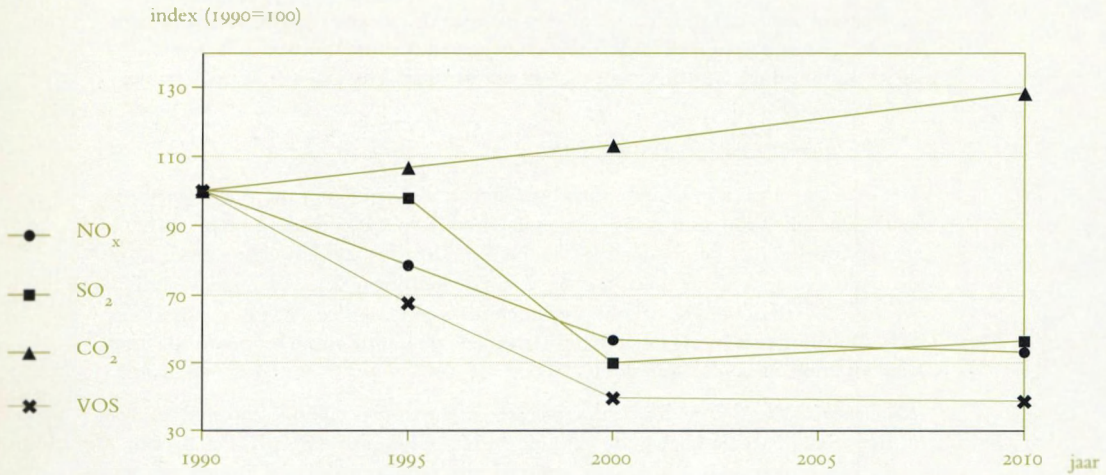
	1990	1995	2000	2010
NO_x (ton)	148 459	116 914	84 526	78 983
SO_2 (ton)	15 250	14 937	7 627	8 619
CO_2 (1 000 ton)	14 584	15 581	16 520	18 720
VOS (ton)	88 335	59 896	35 051	34 217

[a] *exclusief methaan.*

[b] *inclusief de luchtvaart.*

Bron: CES[5] en bijkomende berekeningen.

Figuur 2: Prognose van de uitstoot van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door het verkeer in Vlaanderen in de periode 1990-2010 (index 1990=100).



Bron: CES[7], aangevuld door bijkomende berekeningen.

De emissies door het verkeer in Vlaanderen kennen een aanzienlijke daling in de periode 1990-2000 ondanks de stijging van het energiegebruik (zie II.8 Verkeer en vervoer). Deze terugdringing van de emissies wordt gerealiseerd door *de verplichte toepassing van controletechnieken*. Uitzondering hierop is de CO_2-uitstoot die in hetzelfde tempo groeit als het fossiel energiegebruik. In de periode 1990-2010 nemen de CO_2-emissies in het Vlaams verkeer toe met 28,4 %.

De uitstoot van NO_x door het verkeer in Vlaanderen wordt teruggebracht met 43,1 % in de periode 1990-2000. Deze reductie is te danken aan de invoering van de geregelde driewegkatalysator. De wetgeving verplicht de geregelde driewegkatalysator sinds 1 januari 1990 op nieuwe *benzine*wagens van *meer dan 2000 cc* en sinds 1 januari 1993 op alle nieuwe benzinewagens. Tegen het jaar 2000 zal bijgevolg bijna het volledige *benzine*wagenpark uitgerust zijn met een geregelde driewegkatalysator, die de emissies van NO_x en VOS in de uitlaatgassen zou reduceren met 80 %. Door in 1996 een inspectie- en onderhoudsprogramma voor de katalysator in te voeren, neemt de efficiëntie van de driewegkatalysator toe tot 90 %. Na het jaar 2000 wordt de NO_x-emissiereductie afgeremd doordat er geen bijkomende maatregelen voorzien zijn.

De VOS-emissies verminderen met 60 % in de periode 1990-2000. Dit is te danken aan een stijging van het aandeel diesel in de autobrandstoffen en vooral aan de invoering van de geregelde driewegkatalysator en de 'koolstoffilter'. De wetgeving stelt dat vanaf 1 januari 1993 alle nieuwe personenwagens op benzine voorzien moeten zijn van een koolstoffilter die de verdampingsemissies (VOS) van de voertuigen met 85 % kan reduceren. Door de geleidelijke afschrijving van de bestaande benzinewagens zal tegen het jaar 2000 bijna geheel het benzinewagenpark voorzien zijn van een koolstoffilter.

De SO_2-emissies van het verkeer worden vooral bepaald door het zwavelgehalte van diesel. *Het zwavelgehalte van diesel* wordt vanaf 01.10.1996 teruggebracht van 0,2 % tot *0,05 %*[8]. Deze aanzienlijke daling van het zwavelgehalte in diesel reduceert de SO_2-uitstoot met 50 % in de periode 1990-2000. Na het jaar 2000 worden er geen bijkomende maatregelen voorzien en groeit de SO_2-emissie met 1,2 % per jaar.

1.3 | Vaste afvalstoffen

In Vlaanderen worden er ongeveer 2,7 miljoen wegvoertuigen gebruikt (zie II.8 Verkeer en vervoer). Het autogebruik brengt vier soorten van afvalstoffen voort: afvalolie, batterijen, autobanden, versleten onderdelen en autowrakken waarvoor de problematiek telkens verschillend ligt (zie III.5 Afvalstoffen). Het grootste volume afval komt vrij bij het afdanken van de wagen. Volgens het staalinfocentrum gaan er jaarlijks 210 000 wagens naar het schroot hetgeen een jaarlijkse tonnage zou geven van ongeveer 105 000 ton staal naast 80 000 ton overige materialen. Dit zou in de toekomst stijgen daar het autopark de laatste 10 jaar fors gegroeid is.

In 1992 bedroeg de gemiddelde leeftijd van het wagenpark 6 jaar en 2 maanden tegen 5 jaar en 9 maanden in 1986. Deze levensduurverlenging kan onder andere verklaard worden door de toename van het aantal tweede wagens, die minder kilometers afleggen per jaar, en door de technologische innovatie.

Momenteel wordt al een belangrijk gedeelte van het autoschroot gerycleerd in de ijzer- en staalnijverheid en in de non-ferrosector. Meer problematisch is de recyclage van de diverse kunststoffen. Het restafval dat na de behandeling in de shredderinstallatie overblijft bestaat nog steeds uit plastics en textiel (40 %) en in mindere mate uit rubbers (30 %), glas (13 %) en aarde (15 %). Deze massa wordt nu gestort als industrieel afval.

1.4 | Hinder: lawaai en trillingen

Verkeer is de belangrijkste bron van geluidshinder. Zo hebben respectievelijk 70 %, 30 % en 7 % van de bevolking last van geluidshinder veroorzaakt door wegverkeer, luchtverkeer en spoorverkeer (zie III.8 Hinder: lawaai en trillingen). De hinder van het *wegverkeer* wordt bepaald door de samenstelling van het wegverkeer: autobussen en vrachtwagens zijn belangrijke verstoorders, vooral in kalmere verkeersperiodes. De hinder is afhankelijk van omgevingsfactoren zoals de aanwezigheid van geluidsschermen.

Vliegverkeer is een belangrijke bron van geluidshinder. De emissies worden bepaald door de aard van de toestellen, de vlieghoogte en vliegsnelheid en door het tijdstip ('s nachts of overdag). In het begin van de jaren '70 was een huis met lawaaihinder van vliegverkeer ongeveer 22 % minder waard dan een vergelijkbaar huis zonder luchtlawaaihinder. Dit kan gezien worden als een indicatie van het belang van deze hinder voor de bevolking (zie V.2C Economische waardering van milieuschade). Geluidshinder voortkomend van *spoorverkeer* is relatief minder belangrijk. Er zijn minder getroffenen en de hinder is kleiner. De hinder is groter bij lagere snelheid en op slecht onderhouden sporen.

De evolutie van de geluidshinder is onzeker. De emissie per transportmiddel daalt, maar het volume aan verkeer stijgt. De evolutie kan ook sterk verschillen naargelang de plaats. Bewoners naast een nieuwe H.S.T.-spoorlijn of een nieuwe weg krijgen meer hinder terwijl bewoners langs bestaande infrastructuur eventueel kunnen genieten van lagere emissies omdat de H.S.T. of de nieuwe weg een gedeelte van het bestaande verkeer substitueert. Naast geluidshinder veroorzaken verkeersmiddelen ook *trillingshinder*. Omdat de trillingen via de grond worden gepropageerd, reiken zij minder ver en zijn er minder getroffenen (zie III.8 Hinder: lawaai en trillingen)

1.5 | Versnippering van de Open Ruimte

Het Vlaamse Gewest beschikt over een uitgebreide verkeersinfrastructuur (zie II.8 Verkeer en vervoer). Deze verkeersinfrastructuur is alom aanwezig omdat zij juist tot doel heeft reisafstanden tussen centra zo klein mogelijk te maken. Dit heeft twee

gevolgen: aantasting van de open ruimte en barrièrewerking in de dorpen en steden.

De aantasting van de open ruimte brengt schade mee voor het welzijn van de mens in de vorm van visuele hinder en betekent tevens een verlies aan erfgoedwaarde. Daarnaast is inzake natuurbehoud een verlies van waardevolle habitats belangrijk (zie III.12 Vernippering van de Open Ruimte). Verkeersinfrastructuren doorsnijden ook heel wat dorpen en steden. Vooral spoorwegen en de zogenaamde nationale wegen hebben een scheidende functie die hinderlijk is voor de bevolking omdat de normale menselijke wisselwerkingen tussen de inwoners die aan een verschillende kant van de infrastructuur wonen, bemoeilijkt worden. Het doorsnijden van dorpen door belangrijke wegen is ook een bron van verkeersongevallen[8].

2 | Maatregelen en instrumenten

Inzake verkeer en vervoer beschikt men over veel maatregelen en instrumenten die al dan niet bijdragen tot verschillende doelstellingen. Belangrijke doelstellingen in het verkeer- en vervoerbeleid zijn enerzijds een minimale verkeershinder wat vertaald kan worden in minimale congestie en maximale verkeersveiligheid en anderzijds een minimale milieuhinder, vertaald in zo klein mogelijke emissies van CO_2, NO_x, SO_2, VOS, lawaai, vast afval en aantasting van de open ruimte. In tabel 4 is de relatieve effectiviteit (in welke mate een bepaalde doelstelling gemakkelijker bereikt kan worden met behulp van een bepaalde maatregel of instrument) van een aantal instrumenten en maatregelen aangegeven voor de verschillende doelstellingen. Binnen elke kolom van de tabel zijn de maatregelen met de meest effecten aangeduid met een +++, de niet-effectieve krijgen een 0 en de maatregelen of instrumenten die de doelstelling tegenwerken krijgen een - teken. Het betreft dus een kwalitatieve inschatting die vergelijkingen toelaat tussen instrumenten per doelstelling.

De *Vlaamse overheid* is verantwoordelijk voor het infrastructuur- en verkeersbeleid. Dit omvat ook het stedelijk en interregionaal openbaar vervoer maar niet het spoorvervoer. De belasting op de motorbrandstoffen en de verkeersbelasting maken deel uit van de federale bevoegdheid. Het Vlaamse beleid is erop gericht de ontwikkeling van de mobiliteit te stroomlijnen door een combinatie van maatregelen op drie beleidsdomeinen. Het belangrijkste beleidsdomein onder haar bevoegdheid is de ruimtelijke ordening die via het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen ingrijpend de behoeften aan mobiliteit bepaalt. De tweede belangrijke maatregel is de vermindering van het volume van het autogebruik wat bevorderd kan worden door het prijsinstrument. Tenslotte moeten ook maatregelen inzake infrastructuur en openbaar vervoer aansluiten bij het gevoerde beleid inzake ruimtelijke ordening en prijszetting.

In wat volgt gaan we in op de ruimtelijke ordening, op de volumebeperking van het wegverkeer en tenslotte gaan we kort in op de reductie van lawaaihinder en afvalstoffen. De besproken maatregelen zijn niet noodzakelijk de meest effectieve. Een volledige rangschikking kan slechts gebeuren nadat alle maatregelen kwantitatief geëvalueerd zijn voor Vlaanderen. Elk van de besproken maatregelen wordt onafhankelijk besproken.

2.1 | Ruimtelijke ordening

De precieze maatregelen van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen en hun impact op de mobiliteit en de milieuhinder zijn voor het ogenblik nog onbekend[15]. Dit neemt niet weg dat zij potentieel de meest ingrijpende zijn.

Belangrijke voorstellen zijn:

- het bieden van betere ruimtelijke omstandigheden voor het openbaar vervoer en

voor langzaam verkeer door onder meer het reserveren van een oppervlakte rondom stations voor tertiaire activiteiten zodat het personeel en de cliëntèle het openbaar vervoer kunnen gebruiken. De substitutie van het autogebruik wordt dan ondersteund door maatregelen zoals het bemoeilijken van het parkeren in de stad; meer fietsmogelijkheden; het autovrij maken van stadscentra; vervoersplannen die de complementariteit van de verschillende vervoersmodi respecteren; en het vrijwaren van mogelijkheden voor de uitbouw van het openbaar vervoersnet.

- optimalisering van bestaande weginfrastructuur door het beter *hiërarchiseren van de verschillende wegen*: bij autowegen en enkele hoofdwegen komt de transportfunctie centraal te staan terwijl voor de parallele wegen de verkeersleefbaarheid centraal staat: minimale verkeersonveiligheid, geluidshinder en luchtverontreining.
- verbetering van de internationale bereikbaarheid door het behoud en intensiever gebruik van de *havensstructuur en het kanalennet*.
- intensiever gebruik van de *bestaande industrieterreinen* zodat de aantasting van de open ruimte beperkt wordt en de toegang verbeterd wordt.
- *meer geconcentreerd wonen in de stad* zodat de openbaar vervoersinfrastructuur effectiever gebruikt kan worden en de druk op de open ruimte verminderd wordt.

Tabel 4: Effectiviteit van beleidsinstrumenten en maatregelen inzake verkeer en vervoer.

	Reductie van						
	Verkeershinder		Milieuhinder				
	Congestie	Ongeval	CO_2	NOx, SO_2, VOS	Lawaai	Afval	Open ruimte
Instrumenten							
.autotaks, quota's op autobezit	o/+	o/+	o/+	o/+	o	+	o
.belasting oudere wagens	o	o	+	+	+	-	o
.hogere op nieuwe wagens	o	o	-	-	-	+	o
.terugnameplicht	o	o	-	-	-	++	o
.autotaks i.f.v. emissiekarakteristiek	o	o	++	++	++	o	o
.subsidies carpooling	+	o/+	+	+	o/+	o/+	o
.motorbrandstofbelasting	+	o/+	+	o/+	o/+	o/-	o
.toezicht verkeersreglementen	o	++	o	o	o	o	o
.parkeerheffingen	++	o	o/+	o/+	o	o	o
.elektronische wegenheffing	+++	o/+	o/+	o/+	o	o	o
.verplicht onderhoud	o	o/+	+	+	+	o	o
.vervoerplannen (bedrijf en school)	+	+	-	-	o/-	o	o
Maatregelen							
Infrastructuur							
.weguitbreiding	+	o/+	o/-	o/-	o	o	o
.intelligente wegen (signalisatie enz)	+	+	o/-	o	o	o	o
.fietspaden	o/+	+	o/+	o/+	o/+	o	o/-
.H.S.T.	o/+	o	o/+	o/+	o/-	o	o/-
.bestaand net en metro	+	+	+	+	o/+	o/+	o
.waterinfrastructuren	+	+	o/+	o/+	o/+	o	-
Ruimtelijke ordening							
.hiërarchie weginfrastructuur	+	+	o	o	o	o	o
.verbeterd gebruik industrieterreinen	+	+	o//+	o//+	o	o	o/+
.intensiever gebruik ruimte in de stad	+	+	o/+	o/+	o	o	o/+

+++ , ++ en + = draagt zeer sterk, sterk en matig positief bij tot realiseren doelstelling.

0 = draagt niet bij tot de realisatie van de doelstelling.

- = bemoeilijkt de realisatie van de doelstelling.

2.2 | Volumereductie van het verkeer

De meest drastische methode om de milieuhinder en andere soorten hinder die samenhangen met het autoverkeer te verminderen, is een volumereductie. Deze reductie kan verkregen worden door de prijs van het autogebruik te verhogen. Dit kan gebeuren door een variabilisering van de autobelasting en door het toepassen van de CO_2-/energiebelasting.

De automobilist is vooral gevoelig voor de variabele kosten per kilometer van het gebruik van de personenwagen. De aankoopprijs, de jaarlijkse wegenbelasting en de verzekeringspremie hebben in feite weinig invloed op het aantal gereden kilometers. Vandaar het idee om het wegverkeersvolume te beperken door de belasting op motorbrandstoffen sterk te verhogen en eventueel andere belastingen op autobezit te verminderen. Dit wordt variabilisering genoemd. Dit instrument is weinig selectief: een prijsverhoging van de motorbrandstofprijzen induceert een algemeen effect maar laat niet toe om bijvoorbeeld het verkeer tijdens de piek- en daluren, en het verkeer op wegen die gekenmerkt worden door verzadiging (verkeersknelpunten) verschillend te behandelen. Variabilisering van de autokosten is dan ook de op één na beste oplossing op het vlak van de verkeershinder en de milieuhinder. Het voordeel van deze oplossing is wel dat ze gemakkelijk uitvoerbaar is op korte termijn in Europees verband[16].

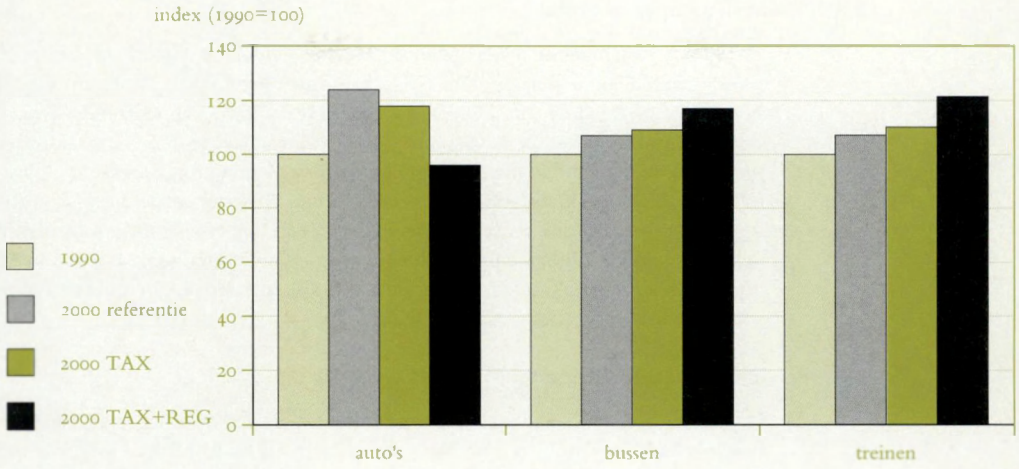
De beste oplossing bestaat uit een aantal selectieve instrumenten die toestaan om onder meer een onderscheid te maken tussen het verkeer tijdens piek- en daluren en verkeer op wegen met structurele verkeersknelpunten. Deze instrumenten zoals een elektronische wegenheffing zijn moeilijker te realiseren en de kosten voor een dergelijk beleid kunnen hoog zijn (de effecten van dergelijke instrumenten zijn ook moeilijker in te schatten waardoor hier wordt teruggevallen op de op één na beste benadering).

We analyseren twee scenario's. Het eerste beleidsscenario komt overeen met het TAX-scenario in IV.3 Energiesector. Hier wordt de verwachte impact van de door de Europese Commissie voorgestelde *energie- en koolstofbelasting* van 3 $ per vat ruwe aardolie in 1993 die jaarlijks toeneemt met 1 $ om 10 $ te bereiken in 2000, op het verkeer nagegaan (in reële prijzen van 1990). Het gevolg van deze heffing is een verhoging van de prijs van motorbrandstoffen aan de pomp met ongeveer 10 % in 2000. Bij deze analyse wordt er evenwel van uitgegaan dat de energie- en koolstofbelasting geen invloed heeft op de prijs van het openbaar vervoer.

Het tweede scenario bouwt verder op de EG-koolstofheffing en bestaat in een bijkomend fiscaal beleid dat bovenop de energie- en koolstofbelasting *tegen het jaar 2000 de reële variabele autokosten doet toenemen met 32 %* (TAX+REG genoemd). Door deze verschuiving van de relatieve prijzen wordt het gebruik van het openbaar vervoer aangemoedigd. Figuur 3 toont de impact van beide instrumenten op het autogebruik en het openbaar vervoer over de weg en per spoor.

Bij een ongewijzigd beleid neemt het aantal voertuigkilometer van het autoverkeer toe met 24 % in de periode 1990-2000. *De invoering van de energie- en koolstofheffing vermindert het autogebruik met 4,95 % en stimuleert het gebruik van het openbaar vervoer over de weg met 1,95 % en het treingebruik met 2,78 %* (ten opzichte van het niveau in 2000 bij een ongewijzigd beleid). Deze eigen prijseffecten en belangrijke kruiselingse effecten worden versterkt indien de variabele autokosten bijkomend worden verhoogd met 32 % in het jaar 2000. *Het resultaat van het TAX+REG-scenario is een daling van het autogebruik met 22,7 % en een groei van het busgebruik met 9,4 % en het treingebruik met 13,4 % ten opzichte van het niveau in het jaar 2000 dat bereikt zou worden bij een ongewijzigd beleid.* Een combinatie van een specifiek fiscaal beleid voor automobiliteit samen met een tariferingsbeleid voor het openbaar vervoer kan een belangrijke verschuiving induceren van de auto naar het openbaar vervoer.

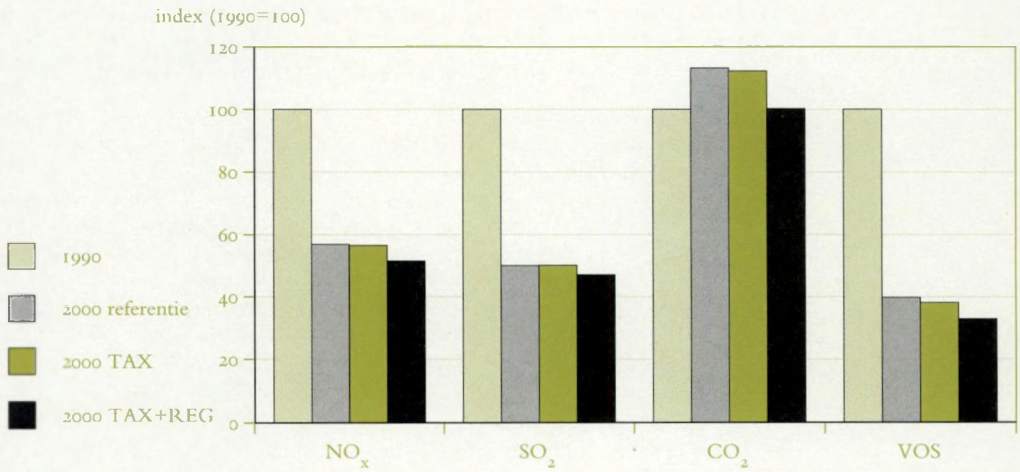
Figuur 3: Vergelijking van de mobiliteit (vkm) in Vlaanderen in het referentiejaar 1990 en in 2000 volgens drie beleidsscenario's (index 1990=100).



Bron: CES[1].

In figuur 4 wordt de impact van de beleidsscenario's op de emissies weergegeven. De NO_x-, SO_2- en VOS-uitstoot wordt door het huidige beleid reeds sterk gereduceerd. Om de CO_2-uitsoot door het verkeer constant te houden op het niveau van 1990 is een ingrijpend beleid zoals voorgesteld in het TAX+REG-scenario.

Figuur 4: Vergelijking van de emissies van NO_x, SO_2, CO_2 en VOS door het verkeer[a] in Vlaanderen in het referentiejaar 1990 en in 2000 volgens drie beleidsscenario's (index 1990=100).



a inclusief luchtvaart.
Bron: CES[1].

Dit beleidspakket is realiseerbaar maar is weinig selectief en kan in belangrijke mate verbeterd worden door specifiekere maatregelen inzake verkeershinder (parkeergel-

den en elektronische heffingen op weggebruik) en meer gerichte instrumenten op de emissies (verkeersbelasting in functie van emissiekarakteristieken).

2.3 | Reductie van afvalstoffen

Er bestaan verschillende maatregelen om de hoeveelheid *vast afval* voortkomend uit transportmiddelen te verminderen. Men kan ofwel het volume afval verminderen ofwel de samenstelling van dit afval wijzigen. Het volume kan verminderd worden door een langere levensduur van auto's en kleinere auto's te voorzien. Dit moet afgewogen worden tegen de nadelen van een vertraagde invoering van technologisch betere auto's. De samenstelling kan verbeterd worden door meer aluminium (licht, duurzamer gemakkelijk recycleerbaar) te gebruiken. De types van kunststoffen die gebruikt worden kunnen geharmoniseerd worden en er kan bij de bouw van een voertuig rekening gehouden worden met een voorafgaandelijk demonteren van kunstofonderdelen vóór het wrak naar de shredder gaat.

2.4 | Reductie van geluidshinder

De emissie zelf van *geluidshinder* kan verminderd worden door ingrepen op het motorgeluid door motortechnische maatregelen of geluidsisolatie. Ook door aanpassingen van het wegdek (aanwending van fluisterbeton) of het plaatsen van geluidsschermen kunnen de hinder reduceren. Er bestaan Europese normen voor de maximale emissie die progressief verscherpt worden.

Referenties

1 European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Transport policy and the environment. ECMT ministerial session (OECD), ECMT, Paris, 1990.

2 Cuijpers C., *Energie en Milieu*, 5 (1993), 185.

3 Mobiliteitscel, Vlaamse regionale indicatoren, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Leefmilieu en infrastructuur, Brussel, 1993.

4 Een geregelde driewegkatalysator reduceert eveneens 80 % (bij optimale werkomstandigheden) van de VOS-uitstoot in de uitlaatgassen.

5 Concawe, Motor vehicle emission regulations and fuel specifications - 1992 update, report no. 2/92, Brussels, 1992.

6 Belgische Petroleum Federatie, Jaarverslag 1990, Belgische Petroleum Federatie, Brussel, 1991.

7 Cuijpers C., Proost S., Van Regemorter D., Energie en milieu in het federaal België. Historiek & toekomstverkenning, CES-KUL, Leuven, 1994.

8 Beleidsverklaring over het Vlaamse mobiliteits- en verkeersbeleid 1992, ingediend door de gemeenschapsminister van verkeer J. Sauwens.

9 Cuijpers C., Proost S., Acid rain abatement in Belgium: lessons of cost-effectiveness studies, in Acidification Research: Evaluation and Policy Applications, ed. T. Schneider, Elsevier Science Publishers, 1992.

10 Krupnick A. J., Vehicle emissions, urban smog and clean air policy, Hfdst 5 in The environment of oil, ed. Golbert R. J., Kluwer Academic Publishers, 1993.

11 Mayeres I., Miltz D., Proost S., *Environmental and Resource Economics*, 3 (1993), 107.

12 OECD/IEA, Cars and climate change, International Energy Agency (OECD, Paris, 1993.

13 Van Rensbergen J., Van Regemorter D., Debruyn W., Wouters G., Proost S., CO_2 emission reduction strategies in Belgium - an analysis with the MARKAL model, CES-KUL-VITO, VITO Mol, 1993.

14 Mayeres I., Tijdschrift voor Economie en Management, 3 (1993), 225.

15 Albrechts L., Vermeersch C., Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - Gewenste Ruimtelijke Structuur, Voorontwerp, begeleidende nota 22 oktober, Brussel, 1993.

16 Kågeson P., Getting the prices right - A European scheme for making transport pay its true costs, European Federation for transport and environment, Brussel, 1993.

17 Cuijpers C., Projection energy consumption - projections CO_2-emissions 1990-2010: domestic sector & transport sector, CES-KUL, mimeo, Leuven, 1992.

Begeleiders

R. Craps, VITO

R. Keygnaert, Mobiliteitscel

D. Lauwers, Mens en Ruimte v.z.w.

A. Vervoort, Groep Swartenbroeckx

J. Peumans, Vlaamse Stichting Verkeerskunde

IV.9 Recreatie en toerisme

D. Ameele, I. Vertriest, Studiegroep Mens en Ruimte v.z.w.

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

1.1 | Invloed van recreatie en toerisme op milieu- en natuurvraagstukken

Tabel 1 geeft een beknopt overzicht van de impact van de vrijetijdsbesteding op milieu- en natuurwaarden. De impact is opgesplitst in ecologische en fysische parameters. Zo kan bijvoorbeeld ten behoeve van het stedelijk toerisme de geluidshinder teruggedrongen worden, terwijl het stedelijk toerisme ook een bron kan zijn van lawaaihinder. Plattelandstoerisme kan gunstig zijn voor het behoud van boerderijen.

Voor sommige parameters bestaan indicatoren. Achtereenvolgens geven we nu voor afval, geluid, luchtverontreiniging en visuele vervuiling een schets van de huidige situatie en de te verwachten trends. Om de invloed op de biotische parameters te kwantificeren zijn er te weinig gegevens voorhanden.

Afval

Hoeveel afval wordt er voor en door recreatie en toerisme geproduceerd? Op het ogenblik produceert één toerist gemiddeld 0,9 kg/dag, tegen 2000 zou dat 1,1 kg/dag zijn (Economist Intelligence Unit, 1993). Er wordt dus gerekend op een groei van 3 %. Ook in de huisvuilbak belanden de resten van de recreatie. De exacte hoeveelheden zijn niet bekend maar het aandeel in het huishoudelijk afval stijgt.

Hinder: lawaai

De belangrijkste bron van hinder is hier de geluidsoverlast door het verkeer. Van de totale geluidsoverlast door transport is 31,5 % veroorzaakt door autoverkeer van recreanten en toeristen; de luchtvaart is ook belangrijk maar het is niet bekend wat het aandeel van toerisme en recreatie hierin is. Vliegvelden (gewone en voor telegeleide toestellen), intensieve recreatie en waterrecreatie (motorboten) zijn belangrijke bronnen van overlast. Figuur 1 lokaliseert deze bronnen.

Na een volledige inventarisatie zouden de gebieden ingedeeld kunnen worden in geluidsgevoeligheidsklassen voor recreatie volgens de omgeving/bestemming van het gebied en activiteit. Dit is echter nog onontgonnen terrein.

Luchtverontreiniging

Het is onbekend in hoeverre er bij het energiegebruik van toeristische en recreatieve activiteiten broeikasgassen vrijkomen. Wat wel bekend is, is het aandeel van het toeristisch recreatief verkeer in deze problematiek. Tabel 2 geeft het globale aandeel van het sociaal recreatief en het specifiek vakantieverkeer in de uitstoot van CO, CO_2, NO_x, VOS en SO_2.

Tabel 1: Positieve en negatieve impact van recreatie en toerisme op milieu- en natuurwaarden.

	Transport	Accommodatie	Harde recreatie (mountain biking, enz.)	Attracties	Strand-, zee- en duinenrecreatie	Intensieve waterrecreatie	Intensieve landrecreatie	Jacht en visserij	Touring en trekking	Stedelijk toerisme	Familie en kennissenbezoek
Ecologische parameters											
Abiotische parameters											
Bodemaantasting III.7			--		-	--					
Afvalstoffen III.5		--	-	-	-		-	-	-	-	
Waterkwaliteit III.6					-	--	--				
Watervoorraad III.11		--		--							
Hinder: lawaai en trillingen III.8	-	-	--	--		--	--			+	
Luchtkwaliteit III.2 en III.9	-	-				-				±	
Hinder: risico's III.10	--	-	--	-	-	--	-				
Broeikaseffect III.1A	--	-									
Biotische parameters											
Flora III.14			--	--	-	--	--				
Fauna III.14			--	--		--	--	--			
Biodiversiteit III.14			--	--		--	--	--			
Specifieke ecosystemen (bossen, heiden, duinen, graslanden, enz.) III.14		--	--	--	--	--	--	--			
Fysische parameters											
Open Ruimte											
Landschapsfysionomie	-	--	-	--	--		--				
Landschapselementen		-	--		--	--	+				
Agrarische gebouwen	+					-		+			
Ruimtelijke samenhang en versnippering III.12	--			-			--				
Verlies open ruimte III.12		--		-			-				
Bebouwde ruimte											
Stedelijk weefsel in stedebouwkundige samenhang	--									+	
Architectonische kwaliteit	--	--					-				
Monumenten en patrimonium	--	±					--			++	
Infrastructuur											
Congestie	--			--	--		-				--
Inductie nieuwe infrastructuur	--		-	--	--	--	-		-		

-- belangrijke negatieve invloed, - negatieve invloed, + positieve invloed, ++ belangrijke positieve invloed

Bron: Mens en Ruimte, 1994.

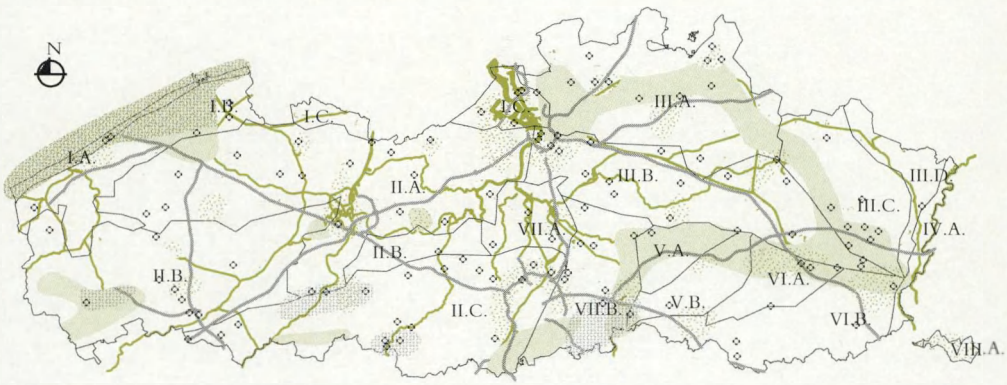
Er bestaan nogal verschillen in energiegebruik per vervoerswijze. De relatieve volgorde is: vliegtuig >auto>trein>bus>fiets per reiziger per km. Als de totale vervuiling in rekening wordt gebracht lijkt het vliegtuig milieuvriendelijker en komt de auto op de eerste plaats: auto > bus> vliegtuig> trein> fiets per reiziger per kilometer.

Tabel 2: Aandeel van het sociaal-recreatief en het specifiek vakantieverkeer in de totale uitstoot van CO, CO_2, NO_x, VOS en SO_2.

	CO	CO_2	NO_x	VOS	SO_2
Sociaal-recreatief verkeer (in %)	45	11	30	22,5	3,5
Specifiek vakantieverkeer (in %)	9	2,2	6	4,5	0,7

Bron: T. Wams, Nederland Duurzaam, 1993.

Figuur 1: Knelpunten veroorzaakt door recreatie en toerisme.



Knelpunten naar betreding toe
Knelpunten naar waterkwaliteit
Knelpunten naar ruimtebeslag toe en waterkwantiteit toe
Geluidsoverlast t.g.v. recreatie
Knelpunten naar betreding, ruimtebeslag, waterkwaliteit en -kwantiteit toe
Knelpunten naar betreding en ruimtebeslag toe
Knelpunten naar betreding en waterkwaliteit en -kwantiteit toe
Knelpunten naar ruimtebeslag en waterkwaliteit en -kwantiteit toe

0 10 20 30 40 50 km

Plangebieden

I. Kust en polders:
A. Strand en duinen.
B. Zeepolders.
C. Scheldepolders.

II. Binnen Vlaanderen:
A. Noord-Vlaamse Zandstreek.
B. Zandlemig Binnen-Vlaanderen.
C. Lemig Binnen-Vlaanderen.

III. Kempen:
A. Noorderkempen.
B. Zuiderkempen.
C. Kempisch Plateau.
D. Vlakte van Bocholt.

IV. Maasland:
A. Grensgebied.

V. Hageland:
A. Noordelijk deel.
B. Zuidelijk deel.

VI. Haspengouw:
A. Zandlemig ('vochtig') deel.
B. Leemstreek.

VII. Kerngebied Brabant:
A. Noordelijk deel.
B. Zuidelijk deel.

VIII. Land van Herve:
A. Noordelijk deel.

Bron: Mens en ruimte, 1994.

Visuele vervuiling

Vooral de accommodatie en de infrastructuur (parkeerplaatsen, toeristenboetieks, ...) spelen een rol. Op basis van steekproeven of van de subjectieve ervaringen van de omwonenden zou de invloed ervan gemeten kunnen worden.

1.2 | Invloed van milieu- en natuurvraagstukken op recreatie en toerisme

Recreatie en toerisme zijn niet globaal bedreigd door milieuproblemen, wel zijn bepaalde activiteiten en/of plaatsen in gevaar zoals tabel 3 aangeeft.

Tabel 3: De belangrijkste bedreigingen voor recreatie en toerisme.

	Bedreigde activiteit	Gevolg (1)	Omvang (2)	Locatie	Trend (3)
III.1A Verandering van klimaat: broeikaseffect					
Temperatuursstijging	allemaal	B	N,+	overal	+
Zeespiegelstijging	allemaal	B	N,+	kust en polders	+
III.1B Afbraak van de ozonlaag					
UV-B- straling	zwemmen en zonnen	G	N,++	overal	+
III.2A Verzuring					
Vitaliteitsvermindering bos en vergrassing heide	wandelen, fietsen en verblijfsrecreatie	Z	N,+++	arme zandgronden	+
Aantasting monumenten	stadsbezoek	Z	L,+++	steden	+
Verarming visbestand	sportvissen	B	N,+++	weinig gebufferd oppervlakte water	-
III.2B Fotochemische luchtverontreiniging					
Episoden ozon (zomersmog)	wandelen, fietsen, buitensporten en stadsbezoek	G	R,+		-
III.3 Vermesting					
Algenbloei	zwemmen, zonnen en surfen	Z	N,+++	oppervlaktewater	-
Verbraseming	sportvissen	B	N,+++	oppervlaktewater	+
III.4 Verspreiding van gevaarlijke stoffen					
Consumptie tuingroenten	volkstuinieren	G	R/L,+++	stedelijke en industriële gebieden	..
III.5 Afval					
Zwerfafval	zwemmen, zonnen, vissen, stadsbezoek	Z,S	R,+	grote steden, oevers en stranden	..
III.6 Waterverontreiniging					
Waterbodem-verontreiniging	zwemmen en zonnen	G	R,+++	sedimentatie-bekkens grote rivieren	
Olie	zwemmen, zonnen	Z	L,++	stranden	
Verontreiniging zelfgevangen vis	sportvissen	G	R,+	estuaria grote rivieren en de Noordzee	+
III.8 Hinder: lawaai en trillingen					
Lawaai	wandelen, fietsen, zwemmen, zonnen, sportvissen	G	L,++	verkeerswegen, vliegvelden en militaire oefenterreinen	..
III.9 Hinder: stank					
Geurhinder	wandelen, fietsen, zwemmen, zonnen en stadsbezoek	S	L,++	intensieve veehouderij, industriegebieden	

				en grote steden	
III.12 Versnippering van de Open Ruimte					
Ruimtebeslag	wandelen, fietsen, openluchtrecreatie	Z,H,B	N,+++	overal	+
Landschapsdegradatie	openluchtrecreatie, toerisme	Z,B	N,++	overal	+
Visuele vervuiling	stadsbezoek, openluchtrecreatie, toerisme	Z,B	L,+++	overal	+
III.13 Milieuverstoringen in stedelijke gebieden					
Hondepoep	stads- en kustbezoek	Z,S	L,+	grote steden	..
Luchtverontreiniging (stof/roet)	stadsbezoek	G,S	L,+	binnensteden	

(1) *Z = visuele aantasting = aantasting belevingswaarde;*
H = verstoring rust en stilte = aantasting belevingswaarde;
S = stank = aantasting belevingswaarde;
B = recreatieve gebruikswaarde;
G = gezondheidsrisico.

(2) *N = nationaal; R = regionaal; L = lokaal; +++ = ernstig; ++ = matig; + = gering.*

(3) *+ = toename probleem; - = afname probleem; .. = onbekend.*

Bron: RIVM, 1993; Mens en Ruimte, 1994

1.3 | Draagkracht

De toeristische draagkracht omvat drie componenten:

- bio-fysische draagkracht;
- socio-culturele draagkracht;
- draagkracht op vlak van voorzieningen.

Deze vormen van draagkracht zijn veranderlijk in tijd en ruimte. Daardoor is het onmogelijk normen te ontwikkelen die algemeen van toepassing zijn.

Bij bio-fysische draagkracht gaat het eigenlijk om de ecologische en de fysische draagkracht.

Uit de talrijke definities van *ecologische draagkracht* nemen we de volgende over: "De ecologische capaciteit is het maximaal mogelijke gebruik van een gebied in een bepaalde periode, zonder dat daarbij sprake is van een onaanvaardbaar geachte wijziging in het ecosysteem". Om van het begrip 'ecologische draagkracht' een werkbaar instrument te maken, worden per recreatie-activiteit, binnen de verschillende gebieden en landschappen, niveaus bepaald waarbij zich ofwel geen wijzigingen, ofwel aanvaardbare wijzigingen voordoen. Ook de limiet waarbij vernietiging onvermijdelijk is, wordt bepaald.

De *fysische draagkracht* geeft het maximaal gebruik aan van een gebied met een gegeven omvang en aard, en op een bepaald moment.

De *socio-culturele draagkracht* is de draagkracht van de gastbevolking. Sociale capaciteit wordt ook wel de recreanten-capaciteitsnorm genoemd. Dit is het maximaal aantal mensen per oppervlakte-eenheid dat in een bepaald gebied en gedurende een bepaalde tijd één of meer recreatie-activiteiten kan bedrijven zonder dat daarbij elkaars aanwezigheid storend werkt, of de gastbevolking ernstig gestoord wordt.

De *facilitaire of technische draagkracht* is de draagkracht van de voorzieningen. Dit is het maximaal mogelijk gebruik van de voorzieningen in een gebied, op een bepaald

moment, zonder dat daardoor schade optreedt en/of het beheer ervan in praktische en/of economische zin onuitvoerbaar wordt.

Het geheel van de bovengenoemde begrenzingen is de opname-capaciteit. Tabel 4 geeft enkele cijfers van capaciteiten voor gebieden met verschillende graden van natuurlijkheid en infrastructuur. Deze cijfers zegen enkel iets over de activiteit op zich, niet over de onderlinge verhoudingen. Voor een afweging tussen de gebieden zijn weinig of geen capaciteiten opgesteld. Voor de bossen geldt dat er 100 m² opengesteld bos en 250 m² bos per inwoner aanwezig moeten zijn voor sociale en recreatieve doeleinden. In die zin moeten de capaciteiten in tabel 4 gezien worden binnen een streekcontext. Figuur 1 tracht een gebiedsmatige afweging te geven.

Tabel 4: Capaciteiten voor deelaspecten van landgebonden en watergebonden recreatie naargelang het gebied.

		Capaciteit (per ha)
Landgebonden recreatie		
Kampeerterreinen		100 personen
Parken en plantsoen		10 personen
Recreatiegebieden	weekendhuisjes (40/ha)	120 personen
	dagcamping, lig-speelweide	100 personen
	bos	5 personen
	oeverstrook	3 personen
	overig land	3 personen
Bossen buiten recreatiegebieden		5 personen
Landgoederen		3 personen
Heide, duinen, zandverstuivingen		2 personen
Natuurgebieden		0,5 personen
Militaire oefenterreinen		1 personen
Cultuurgrond	open landschap	0,2 personen
	coulissenlandschap	0,4 personen
	parklandschap	0,6 personen
Watergebonden recreatie		
Strandbaden	dichtbij ingang	1 100 personen
	ver van ingang	500 personen
Zwemwater	tussen 40 cm en 2 m diep	1 000 personen
Watersportplassen		3 boten
Visgebieden	op het water	1,5 boten
		4 personen
	aan de oever	50 personen
Openlucht zwembad	binnen bebouwing,	3 000 personen
	buiten bebouwing	1 000 personen
Zoetwaterstranden		750 personen
Wachtbekkens	watersport	100 personen
	natuurgebied	0,5 personen

Bron: Belgroma, 1987 en 1985; B. J. Van den Berg, 1976.

Op figuur 1 is aangegeven in welke gebieden de draagkracht overschreden is en waar zich dus de voornaamste knelpunten voordoen. Deze kaart is het resultaat van de confrontatie tussen enerzijds het huidig gebruik van natuur en milieu door de sector en anderzijds de kwetsbaarheden en draagkracht van dat milieu. Zo is de draagkracht in valleigebieden lager dan op zandgronden waardoor ondanks een lagere recreatieve druk delen van het Hageland en Haspengouw toch knelpunten vertonen.

2 | Maatregelen en instrumenten

Een onbeperkte uitbreiding van het toerisme in Vlaanderen is niet wenselijk. De toeristische industrie streeft ernaar de bezettingsgraad in de dalperiodes te verhogen en een spreiding in de tijd te bewerkstelligen. Tijdens het hoogseizoen moet de aantrekkingskracht van de Belgische kust afgevlakt worden door in het binnenland meer mogelijkheden voor water- en strandrecreatie te scheppen. Uit de vorige tabellen kunnen we concluderen dat de maatregelen zich in de eerste plaats zullen richten op mobiliteit, accommodatie-uitbreiding en harde recreatievormen. De voornaamste problemen zijn: ruimtebeslag, verlies aan biodiversiteit, afval, waterverontreiniging en daling van de watervoorraad. Er zijn een aantal belangrijke troeven om de sector uit te bouwen: het uitbreiden van de watervoorraad, het verhogen van de waterkwaliteit, het beschermen en uitbreiden van specifieke ecosystemen en het verhogen van landschappelijke schoonheid.

De voorgestelde maatregelen hebben betrekking op vier verschillende elementen: tijd, ruimtegebruik, bezoekersmanagement en produktontwikkeling. De meeste maatregelen zijn procesgericht. De emissiebronnen variëren en zijn verspreid waardoor ingrijpen op het niveau van de emissiebronnen of effecten zeer verspreid en versnipperd moet gebeuren. Daar er tot nu toe weinig aandacht is besteed aan de impact van de sector op milieu- en natuurwaarden beperkt het vervolg van de maatregelen zich tot voorstellen. We hebben zoveel mogelijk getracht tegelijkertijd instrumenten aan te reiken.

2.1 | Sturing in de ruimte

Integratie in de ruimtelijke ordening

Het sectorplan toerisme en recreatie, opgemaakt door de sector, dient in het Structuurplan Vlaanderen verwerkt. Structuurloze uitzaaiingen, zoals zich in de polders of in Binnen-Vlaanderen voordoen, moeten onmogelijk worden door beperkingen in de wet op Stedebouw in te bouwen en het decreet op ruimtelijke ordening te herzien. Bestaande logiesmogelijkheden, kampeerterreinen, vakantiedorpen of weekendhuizen dienen te verdwijnen uit natuurgebieden (zoals duinen en bossen). Dit zal in de provinciale en gemeentelijke structuurplannen worden geconcretiseerd. Vooral de provincie kan hierin een rol spelen om in samenspraak met de gemeenten zoneringen af te spreken met bindende beperkingen voor recreatieve en toeristische voorzieningen.

Intensieve massarecreatie dient in de randstedelijke gebieden te worden geconcentreerd. Hierbij mogen geluidsproducerende recreatievormen niet in de natuur plaats vinden, zodat er een scheiding komt tussen lawaaierige en stille recreatie-activiteiten. Daartoe moet ook *meer ruimte* gemaakt worden voor dagrecreatie rond de bevolkingscentra. Naarmate de afstand tot de stedelijke centra groeit, vermindert de intensiteit van de recreatie en verhogen de beperkingen op infrastructuur. Zo wordt voldaan aan de woonvoorkeur van mensen, het maatschappelijk draagvlak voor natuur neemt toe, de conflicten tussen recreatie en natuur nemen af, de mobiliteit vermindert en de natuur op grotere afstand van de centra kan zich beter ontwikkelen. Binnen deze zoneringen moeten ook de waterlopen, kanalen en andere wateroppervlakten betrokken zijn.

De toeristische mogelijkheden worden vergroot door een toename (zowel in aantal als in oppervlakte) van groen- en waterelementen vooral rond de steden. Dit kan onder andere door de uitvoering van de lange-termijnplanning bosbouw. Bosuitbreiding is in eerste instantie nodig rond Antwerpen, Gent, Kortrijk, Brugge, Aalst, Mechelen en Roeselare (6 300 ha tegen 2000; 36 300 tegen 2100). De lange-termijnplanning groen voorziet de openstelling van 1 250 tot 1 500 ha niet-toeganke-

lijke recreatiegebieden, parken, en bijkomende aanleg van groenvoorziening met 3 000 ha.

Functie-integratie

De integratie van wonen en recreatie en het locatiebeleid zullen de groeiende verplaatsingsbehoefte inperken.

Ontsluitingstracés op het platteland dienen in functie van recreatief medegebruik te staan. Dit recreatief medegebruik is ondergeschikt aan de hoofdfuncties van het platteland (zoals landbouw, bosbouw en natuurbehoud). Door het al dan niet toekennen van subsidies kan op de openstelling voor recreatief medegebruik worden ingegrepen. Dit is reeds van kracht voor bossen, maar (nog) niet voor parken en erkende natuurreservaten. Kwetsbare gebieden en vluchtzones blijven vanzelfsprekend gesloten.

Stop op uitbreiding

Nieuwe infrastructuurgebonden recreatiegebieden worden tijdelijk uitgesteld. Inkrimping moet op uitbreiding primeren. Dit dient eveneens voor golfterreinen, bungalowparken en weekendhuizen te gelden.

2.2 | Sturing in de tijd

Het zomerverlof in het onderwijs en het jaarlijks verlof in bedrijven dienen per provincie te worden gespreid. Hierbij kan de sector in de dalperioden zijn produkten tegen verminderde prijzen aanbieden. Verlenging van de vakantieperiodes in het voorjaar of in de herfst biedt geen oplossing omdat de bezetting op dat ogenblik onrendabel laag ligt en bij verdere spreiding dus wordt verlaagd. Bovendien wordt op die manier eerder het toerisme naar het buitenland gestimuleerd.

Tijdelijke sluiting van bossen, parken en natuurreservaten kan broedende vogels beschermen. Bovendien kan de sector toegangsmodaliteiten voor gebieden met beperkte draagkracht, via een meer geïnformatiseerd reserverings- annex ticketingsysteem, tot uitvoering brengen. In dit systeem houdt de uitbater strikte controle over de hoeveelheid bezoekers die tegelijkertijd in het domein aanwezig zijn en sluit de ingang of reservering af als de opnamecapaciteit bereikt is. Het is vergelijkbaar met een theater waar ook slechts in de winter gespeeld wordt en het aantal zetels beperkt is.

2.3 | Bezoekersmanagement

De toegankelijkheid wordt geregeld in functie van de draagkracht. Dit kan onder andere door middel van het vastleggen van bezoekersnormen en monitoring van de ecologische en fysische situatie van het gebied in kwestie. Het reserveringssysteem is ook hier van toepassing.

De recreatieve verkeersstromen moeten in de gemeentelijke en provinciale verkeersbeleidsplannen worden geïntegreerd. Hierin worden verschuivingen in het mobiliteitspatroon nagestreefd: van autoverkeer naar voet-, fiets- en bootverkeer. Drie mogelijke stappen zijn te onderscheiden: ten eerste een actueel bereikbaarheids- en mobiliteitsprofiel van de sector, daarop volgt de opmaak van een samenhangend streefbeeld voor de bereikbaarheid en tot slot een gebiedsgerichte uitwerking waarin maatregelen als geleiding van verkeer, uitbreiding van openbaar vervoer (ook per boot), verhuur van fietsen, aanleg van park- en ride-systemen een plaats krijgen. Kwetsbare gebieden worden alleen bereikbaar gemaakt voor specifieke doelgroepen, bijvoorbeeld wandelaars en/of treingebruikers.

Een differentiatie van de *gebruikersgroepen* maakt een indeling in gebieden en een verscheiden beleid mogelijk. Regionaal kan er worden geopteerd om eerder verblijf-

stoeristen dan wel dagrecreanten (bv. plattelandstoerisme) aan te trekken.

Recreatieve en toeristische organisaties, zoals verenigingen voor fietsers of motorcrossers, moeten worden betrokken bij het zoeken naar oplossingen. Zo kan een checklist en een gebruikscode een bruikbaar instrument zijn voor deze organisaties.

Een politiereglement inzake betreding van opengestelde gebieden moet worden verplicht. In dit reglement zijn alle regels voor het gebied opgenomen. De bepalingen van het bosdecreet betreffende betreding kunnen hiervoor tot alle natuurlijke recreatiegebieden worden uitgebreid. Naast het politiereglement voor betreding kunnen ook gedragsregels worden uitgevaardigd.

Specifieke activiteiten vragen eigen reglementeringen zoals voor het maken van kampvuren bij jeugdkampen, oriëntatielopen, ruiterij, enz..

Voorlichting en educatie zal de keuze en het gedrag van de recreant, van de sector en van de overheid beïnvloeden. De doelstelling hierbij is respect voor natuur en milieu bijbrengen, zodat zowel de recreant als de uitbater er spaarzaam mee omgaan en inschatten wat het effect van hun gedrag is. Dit gebeurt het best met algemene informatiecampagnes in combinatie met terreingebonden voorlichting. Instrumenten hierbij zijn onder andere informatiepanelen, rondleidingen, bezoekerscentra, natuurpaden en gedragsregels. Vooral het voorkomen van zwerfafval moet aandacht krijgen.

2.4 | Produktontwikkeling

De grenzen van de produktontwikkeling worden vastgelegd op basis van de draagkracht en beheersdoelstellingen. De milieueffectenrapportering op verschillende niveaus is hiervoor een geschikt instrument. Het toeristisch beleid en het sectorplan worden aan *milieu-effectenrapportage* onderworpen (cfr. advies van de MiNa-raad van 28 oktober 1993). Tevens zal deze MER-plicht voor alle toeristische en recreatieve projecten, met inbegrip van aspecten als natuurlijke hulpbronnen, grondwater, mobiliteit en ruimtegebruik gelden. Er moeten meer mogelijkheden tot inspraak en tot het indienen van bezwaarschriften komen.

De maximaal toelaatbare beïnvloeding wordt vastgesteld door middel van de volgende normentypes: vervuilings- (vast en vloeibaar afval), gebruiks- (water en energie), bodemkarakteristieks-, strooiselnormen, normen voor fauna en flora en toestandsnormen voor bepaalde voorzieningen.

Tussen de toeristische sector en de openbare vervoersmaatschappijen NMBS en De Lijn moeten meer afspraken en praktische regelingen worden gemaakt, om het openbaar vervoersaanbod beter af te stemmen op de specifieke toeristische vraag naar onder andere aansluitingsmogelijkheden; combinatie-ticketten (reis en entreegeld); opvang zware bagage; formules zoals auto+trein, fiets+trein en boot+trein; aantakkingsmogelijkheden op wandel- en fietspaden.

De sector zal de cliëntèle met reducties moeten stimuleren om zich te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer te verplaatsen. Tevens wordt ook het wandel- en fietspadennet uitgebreid.

De maatregelen in het kader van vermindering van energie- en watergebruik, afvalverwerking en waterzuivering zullen ook ingrijpen op het toerisme, vooral in verband met de items accommodatie en attracties, stedelijk toerisme, fiscaliteit, getrapte tarifering, ombouw naar hernieuwbare energiebronnen, gescheiden ophaling, compostering, afvalpreventie (verpakkingen in hotels) enz..

Specifieke ingrepen zijn nodig bij intensieve waterrecreatie: *het gebruik van algen- en schimmelbestrijdingsmiddelen op bootsrompen en het rechtstreeks lozen van afvalwater van boten* moet worden verboden. Ook moet het gebruik en schoonmaak van chemische toi-

letten op boten worden gereglementeerd en *dienen snelheidsbeperkingen voor waterrecreatie ingesteld*. Dit laatste is vooral belangrijk in gebieden waar vogels broeden en/of waar een rijke vegetatie voorkomt, omdat boeggolven, veroorzaakt door motorboten met hoge snelheid, nefast zijn voor fauna en flora.

Er zijn twee belangrijke manieren om overdruk te voorkomen: zonering en het aanpassen van het aantal bezoekers aan de draagkracht van het gebied. Zonering is het opdelen van een gebied in zones met verschillende intensiteiten en bijgevolg meer of minder of geen infrastructuren. Zowel concentrerende als geleidende en afschermende voorzieningen zijn hierbij bruikbaar. Doordat recreatie voortdurend in ontwikkeling is, vraagt dit ook soepelheid in de aanpassing van de inrichting en soms een agressievere afscherming dan de ideale natuurlijke wijze cfr. de problemen in de duinen.

2.5 | Globale maatregelen en instrumenten

De *beleidsnota 'Toerisme in Vlaanderen'* moet door de Vlaamse Executieve, in functie van de integratie van de specifieke milieu- en natuurbehoudsproblematiek in het toeristisch beleid, worden herzien. De overheid dient *convenanten* met de lagere besturen af te sluiten. Dit wordt het belangrijkste werkinstrument van de overheid. In deze convenanten worden het draagkracht-concept en de noodzakelijke zonering ingebouwd. Ook kan de Vlaamse overheid via de convenanten, de sector en/of de intermediaire besturen, opdracht geven tot educatie en sanering. Naar analogie met Gemeentelijke Natuurontwikkelingsplannen kunnen Toeristisch Recreatieve Ontwikkelingsplannen (TROP), voor de Vlaamse overheid, samen met de intermediaire besturen een instrument vormen om gebieds-, emissiebron- en effectgerichte maatregelen uit te werken. Het TROP geeft een kader aan voor de volgende maatregelenpakketten: gedragsbeïnvloeding van de recreant of toerist; lokale planning; gebruik van water, energie en natuur; afvalverwerking en waterzuivering; verkeers- en parkeerproblemen.

Er wordt een Stichting Duurzaam Toerisme opgericht met vertegenwoordiging van de verschillende betrokken sectoren en overheden om het beleid en de samenwerking rond duurzaam toerisme te bevorderen. Periodiek overleg op sectoraal niveau evenals overleg met de overheid is primordiaal. Contacten tussen enerzijds de sector en anderzijds beheerders van parken, domeinen, bossen en natuurparken kan leiden tot een gamma aan lokaal toepasselijke maatregelen. Toeristische projecten moeten steeds in samenspraak met sectoren als landbouw, bosbouw en natuurbehoud worden opgestart.

2.6 | Belemmerende factoren

Een aantal problemen belemmeren doortastendere maatregelen. De voornaamste zijn:

- onvoldoende kennis over het verband tussen toeristische ontwikkelingen en milieuproblemen, alsook over goede beheersmaatregelen en de effecten ervan;
- institutionele problemen in de toeristische sector ontstaan door gebrek aan coördinatie, integratie en samenwerking;
- geen samenwerking op het terrein, noch intern, noch bij de overheid. De samenwerking tussen toerisme enerzijds en landbouw, natuurbehoud en bosbouw anderzijds staat nog in de kinderschoenen. Deze samenwerking zal geleidelijk moeten groeien;
- het op economische groei gefixeerd zijn van toeristische sector en overheden, zelfs als er officieel een politiek van duurzame toeristische ontwikkeling wordt gevolgd. De grote investeringen nodig in de toeristische sector belemmeren veranderingen. Bestaande investeringen moeten eerst maximaal renderen, vooraleer er aan verandering van het produkt kan worden gedacht. Bovendien is er, vanwege de bikkelharde

concurrentiestrijd in de sector, weinig ruimte om naar duurzame toeristische ontwikkeling te streven;
- de sterke maatschappelijke druk 'pro' realisatie bij de besluitvorming over lokale projecten, als het om regio's gaat met een relatief hoge werkloosheidsgraad of ongunstige toekomstverwachting;
- de bemoeilijking van gedragsbeïnvloeding doordat toeristen in hun vrije tijd hun dagelijkse beslommeringen achter zich willen laten.

Begeleiders

U. Claeys, R. De Bruyn, Vlaams Commissariaat-Generaal voor Toerisme

R. De Keyser, West-Vlaams Economisch Studiebureau

L. Dercon, Belgroma

J. Rutten, Natuurreservaten v.z.w.

D. Yzewyn, SESO, UFSIA

IV.10 Infrastructuren

L. Dercon, L. Vanhaute, Belgroma

1 | Verhouding tot milieu- en natuurvraagstukken

Tabel 1 geeft een overzicht van de milieu-effecten die tijdens de levenscyclus van de verschillende infrastructuren kunnen optreden.

Hieruit blijkt dat tijdens de levenscyclus van een bepaalde groep infrastructuren sommige milieu-effecten zwaarder doorwegen dan andere. Hieronder schetsen we kort per infrastructuurtype de belangrijkste milieu-effecten.

1.1 | Wegen en spoorwegen

Het gemotoriseerd vervoer over de weg gebruikt 15 m^2 ruimte per vervoerd persoon en is daarmee de grootste ruimtegebruiker van de transportmodi over land[1]. Dit heeft tot gevolg dat alle milieu-effecten die verband houden met het ruimtebeslag vanwege de uitbreiding van het wegentransport, zwaarder doorwegen dan voor een vergelijkbare capaciteitsuitbreiding van het spoorwegennet. Vanuit milieu-planologisch oogpunt heeft wegtransport dus in feite een concurrentieel nadeel ten opzichte van spoortransport.

1.2 | Maritieme havenuitrustingen en waterwegen

Het voorgestelde Tienjarenplan 1994-2003 voor haveninfrastructuren vergt 425 ha, zodat ook hier alle milieu-effecten die verband houden met ruimtebeslag zwaar doorwegen. Voor massale overslag van overzeese goederen zijn er geen alternatieve transportmodi. De hoeveelheden zand en grind die vrijkomen bij de aanleg van de geplande haveninfrastructuren zijn enorm. Ook komt er jaarlijks een grote hoeveelheid baggerspecie vrij bij het onderhoud van de maritieme toegangswegen, de havens, de kanalen en andere waterwegen. Eind jaren '80 werd tot 40 miljoen m^3 onderhoudsbaggerspecie uit de maritieme toegangswegen van Vlaamse zeehavens gebaggerd[2]. Het grootste gedeelte ervan wordt terug in zee of in de Westerschelde gestort en behoort derhalve niet tot de bevoegdheid van het Vlaamse Gewest. Op jaarbasis (1988) wordt hiervan toch nog 3,94 miljoen m^3 op land geborgen[3]. Deze zijn afkomstig van:

- bevaarbare waterlopen: 1,13 miljoen m^3;
- havendokken en -kanalen: 0,96 miljoen m^3;
- maritieme toegangsweg Kanaal Gent - Terneuzen: 0,35 miljoen m^3;
- maritieme toegangsweg Beneden - Zeeschelde (Antwerpen): 1,5 miljoen m^3.

Tabel 1: Optredende verstoringen per infrastructuurtype en tijdens de verschillende levensfasen ervan.

Thema			Wegen	Spoor-wegen en stations	Water-wegen	Havens	Onbevaarbare waterlopen
III.5	Afvalproduktie	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	++	++	++	++	0
		afbraak	++	++	++	++	0
III.6	Waterverontreiniging	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	+	0	++	++	+
		afbraak	0	0	0	0	0
III.7	Bodemverontreiniging	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	+	+	+	+	+
		afbraak	0	0	0	0	0
III.7	Bodemdegradatie	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	0	0	0	0	0
III.8	Rustverstoring en lawaaihinder	bouw	++	++	++	++	+
		gebruik	++	++	+	+	0
		afbraak	0	0	0	0	0
III.2 III.9	Luchtverontreiniging en stankhinder	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	++	+	+	+	+
		afbraak	0	0	0	0	0
III.10A	Onveiligheidstoename en calamiteiten	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	++	++	++	++	0
		afbraak	0	0	0	0	0
III.10B	Effecten van niet-ioniserende straling	bouw	0	0	0	0	0
		gebruik	0	0	0	0	0
		afbraak	0	0	0	0	0
III.11	Hydrologische wijzigingen	bouw	+	+	++	++	++
		gebruik	+	+	++	++	++
		afbraak	0	0	0	0	0
III.12	Versnippering van de Open Ruimte met verlies van gebruiksmogelijkheden	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	0	0	++	++	0
III.12	Barrièrewerking	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	0	0	+	+	0
III.12	Visueellandschappelijke impact	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	+	+	+	+	+
III.12	Verlies van landschappelijke en cultuurhistorische waarden	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	0	0	0	0	0
III.14	Microklimatologische effecten	bouw	+	+	+	+	+
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	+	+	+	+	+
III.14	Biotoopverlies	bouw	++	++	++	++	++
		gebruik	++	++	++	++	++
		afbraak	0	0	0	0	0

0 niet of slechts in verwaarloosbare mate

+ incidenteel

++ dikwijls of altijd

Lucht-havens	Industrie-terreinen	Pijp-leidingen	Hoog en laag-spannings-leidingen	Afval inzameling en ver--werking	Water-winning	Riolering en water-zuivering	Groeven
+	+	+	+	++	+	+	++
++	++	o	o	++	++	++	++
++	++	++	++	++	++	++	++
+	+	+	o	+	+	+	+
+	+	+	o	+	+	+	+
o	+	o	o	+	o	+	+
+	+	+	o	+	+	+	+
+	+	+	o	+	+	+	+
o	o	o	o	+	o	+	o
++	++	++	+	++	++	++	++
++	++	+	o	++	+	+	++
o	o	o	o	o	o	o	o
++	++	++	+	++	++	++	++
++	++	o	o	+	+	+	++
o	o	o	o	o	o	o	o
+	+	+	o	++	+	+	+
++	++	o	o	++	+	++	+
o	o	o	o	+	+	+	o
+	+	+	+	+	+	+	+
++	++	++	++	+	o	o	+
o	o	o	o	+	o	o	o
o	+	o	+	o	o	o	o
o	o	o	++	o	o	o	o
o	+	o	o	o	o	o	o
++	+	+	+	++	++	+	++
+	+	+	o	+	+	+	++
o	o	o	o	o	o	o	o
++	++	++	o	++	++	++	++
++	++	o	o	++	+	+	++
o	o	o	o	++	o	o	++
++	++	++	o	+	+	++	++
++	++	o	o	+	+	+	++
o	o	o	o	+	o	o	++
++	++	++	++	++	+	++	++
++	++	o	++	++	+	++	++
+	+	o	o	++	+	o	++
++	++	+	+	+	+	+	+
++	++	+	+	+	+	+	+
o	o	o	o	o	o	o	o
+	+	o	o	++	++	+	++
++	++	o	o	++	++	+	++
+	+	o	o	++	+	+	++
++	++	++	++	++	++	++	++
++	++	o	o	+	+	o	++
o	o	o	o	o	o	o	o

Uitgaande van een gemiddelde ophogingsdikte van 2,5 tot 3 m per baggerstort, betekent dit dat er jaarlijks een oppervlakte van 135 tot 160 ha land moet worden ingenomen[3]. In 1989 waren er 28 stortplaatsen voor onderhoudsbaggerspecie in Vlaanderen vergund. Met een totale capaciteit van minstens 12,1 miljoen m^3 namen zij een oppervlakte van ongeveer 450 hectare in, meestal als bovengrondse slibbekkens[2]. Deze problematiek zal in de toekomst nog verzwaren vanwege de toekomstige verdieping en het onderhoud van de toegangsgeul naar Antwerpen via de Zeeschelde, het onderhoud en de aanleg van het Baalhoekkanaal en het Verrebroekdok te Antwerpen, van het Kluizendok te Gent, van het aangepaste kanaal Gent-Terneuzen en van de nieuwe dokken te Zeebrugge[4].

1.3 | Onbevaarbare waterlopen

Ook hier doet zich het probleem van ruimingsspecie voor. Geschat wordt dat jaarlijks 185 000 m^3 ruimingsspecie vrijkomt, waarvan 42 000 m^3 verder dan de oever moet worden verwijderd[2]. Eind 1989 waren hiervoor slechts 11 stortplaatsen, met een totale oppervlakte van 47 ha, vergund. De onbevaarbare waterlopen zijn zeer belangrijk als biotoop en migratiesysteem voor fauna en flora. Waterverontreiniging en waterbodemverontreiniging vormen hiervoor de grootste bedreigingen, maar door werken treden ook vaak effecten op als barrièrewerking, biotoopverlies en hydrologische wijzigingen.

1.4 | Luchthavens

Lawaaihinder is hier het meest uitgesproken gevolg. Door de grote verharde oppervlakten kan het overschot aan regen niet in de bodem dringen en kunnen de ontvangende beken en stroomafwaartse gronden overstromingsproblemen krijgen. Een ander opvallend milieu-effect is waterverontreiniging door olielekken.

1.5 | Industrieterreinen

De groei van de oppervlakte industrieterreinen en haventerreinen zal veel meer ruimte in beslag nemen dan de groei van de andere infrastructuren. Alle daaraan gekoppelde milieu-effecten (biotoopverlies, verlies van landschappelijke en cultuurhistorische waarden, bodemdegradatie, hydrologische wijzigingen) zullen hier dan ook zeer belangrijk zijn.

1.6 | Pijpleidingen

De totale milieubalans voor pijpleidingen behoort tot de minst negatieve van alle transportsystemen. Er is wel sprake van milieu-effecten die gekoppeld zijn aan ruimtebeslag en doorsnijding, maar deze verschijnselen zijn tijdelijk, namelijk alleen tijdens de bouwfase en niet meer tijdens de exploitatiefase. Wel treedt er gevaar op tijdens de exploitatie voor lekken (met water- en bodemverontreiniging tot gevolg) en voor calamiteiten door het beschadigen van de pijpleidingen. Ten opzichte van andere transportsystemen zijn pijpleidingen echter veel veiliger voor eenzelfde hoeveelheid getransporteerd produkt.

1.7 | Hoog- en laagspanningsleidingen

De middellange en lange-termijnplanning voor de bouw van nieuwe hoogspanningsleidingen laat vermoeden dat de visuele impact van honderden kilometers bijkomende hoogspanningsleidingen in het Vlaamse landschap zeer groot zal zijn. Daarnaast kunnen ook nog effecten van niet-ioniserende straling optreden door extreem-laagfrequente elektrische of magnetische velden. Luchtlijnen houden bovendien een zeker risico in ten opzichte van ondergrondse kabels.

1.8 | Afvalinzamelings- en afvalverwerkingsinfrastructuur

Deze infrastructuren zijn bedoeld om het milieu tegen verontreiniging van vaste stoffen te beschermen. Ze kunnen echter luchtverontreiniging veroorzaken door gebrekkig functionerende verbrandingsinstallaties. De landschapsvisuele effecten van stortplaatsen zijn bekend; het gevaar voor bodem- en watervervuiling door lekkage van stortplaatsen is minder bekend, maar zeer reëel. Eenzelfde effect kan voortkomen uit niet-gesaneerde voormalige industriële terreinen, de zogenaamde 'black-points'.

1.9 | Waterwinningsinfrastructuren

De milieu-impact van waterwinningsinfrastructuren houdt hoofdzakelijk verband met grondwateronttrekking. Hierdoor kunnen bodemdegradatie door verdroging en hydrologische wijzigingen optreden, met eventueel biotoopverlies als gevolg.

1.10 | Riolering- en waterzuiveringsinfrastructuren

Deze infrastructuren zijn bedoeld om het milieu tegen water- en bodemverontreiniging te beschermen. Bij een goede functionering is hun globale milieubalans dan ook positief. Toch kan er waterverontreiniging ontstaan als gevolg van overstortsystemen bij gemengde rioolstelsels. Dit zijn constructies in het rioleringsnetwerk die het mogelijk maken dat bij hevige regenbuien het overschot aan water uit de rioleringen overvloeit naar beken en rivieren. Hierdoor komt echter telkens een zekere vervuilingsvracht in de waterloop terecht. Bij hoge frequenties (meer dan 15 per jaar) en te veel overstorten op één en dezelfde waterloop is er sprake van een slecht functionerend rioleringssysteem: er treedt waterverontreiniging op. Soms kan zelfs één maal overstorten grote schade toebrengen. Een ander probleem dat ontstaat als gevolg van waterzuivering zijn de sliboverschotten. Het niet of slecht verwerken hiervan veroorzaakt bodemverontreiniging en waterverontreiniging.

1.11 | Groeven en ontginningsgebieden

Het weggraven van gedeelten van het aardoppervlak op grote schaal om grondstoffen te ontginnen geeft aanleiding tot biotoopverlies, verlies van landschappelijke en cultuurhistorische waarden, visueel-landschappelijke impact, bodemdegradatie en hydrologische wijzigingen. De mate waarin deze effecten optreden is afhankelijk van de grootte van de ontginningsgebieden. Ontginning van grondstoffen in de open lucht is meestal zo'n diepgaande ingreep dat de effecten ervan onomkeerbaar zijn.

2 | Maatregelen

2.1 | Procesgeïntegreerde maatregelen

Regimeontregeling en overstroming van waterlopen

Regimeontregeling en overstroming van waterlopen kunnen binnen een geïntegreerd waterbeheersingsbeleid opgelost worden. Zo kan het waterbergend vermogen van de waterlopen vergroot worden door weer meanderingsmogelijkheden en overstromingsgebieden te creëren binnen natuurlijke grenzen zoals hellingen en taluds. Aangezien hier meestal sprake zal zijn van inname van landbouw- en groengebieden, is een sectoroverschrijdende planning onontbeerlijk. Mogelijkheden hiertoe werden reeds in 1990 aangetoond binnen het stroomgebied van de Grote Nete[5].

Ruimtebeslag door vervoer

Door het stimuleren van het openbaar vervoer en het spoorvervoer vermindert de behoefte aan nieuwe wegen, en dus ook het toekomstig ruimtebeslag. Meer gecon-

centreerd wonen in en rond stads- en dorpskernen zou een globale verkeers- en vervoersplanning meer mogelijkheden bieden met meer kansen voor openbaar vervoer. Het tegelijkertijd beter uitbouwen van het openbaar vervoersnet en het duurder maken van privé-autogebruik in de stadskernen kan een eerste stimulans betekenen ten voordele van het openbaar vervoer.

Verdere uitbreiding van het goederentransport kan deels opgevangen worden door een herwaardering en stimulering van de binnenscheepsvaart. Het plan SPLASCH 2002 en het VIP vormen hiervoor een eerste basis. Ook al zouden deze werken gezamenlijk een ruimtebeslag van 507 ha innemen tegen 2010, dan is dit nog weinig in vergelijking met een geëxtrapoleerd ruimtebeslag van 1 900 ha voor de groei van het wegverkeer.

Planning

De locatie van een infrastructuur is bijzonder bepalend voor nagenoeg alle milieueffecten. Vooral de effecten versnippering, barrièrewerking, visueellandschappelijke impact en lawaaihinder kunnen meestal sterk gereduceerd worden door de nieuwe infrastructuur te koppelen aan bestaande infrastructuren, bijvoorbeeld: een nieuwe spoorweg parallel laten lopen met een bestaande autosnelweg. Dit principe van 'minder milieuverstoring door bundeling' zou bij elk nieuw tracé van een lineaire infrastructuur en bij elke oppervlakte- of puntlocalisatie onderzocht moeten worden.

Het grondoverschot van de geplande haveninfrastructuren en de hoeveelheid baggerspecie (samen 10,8 miljoen per jaar) moeten weggewerkt worden.
Bergingsmogelijkheden voor de baggerspecie zijn aanwezig in de vorm van verlaten klei- en grindgroeven en noodzakelijke ophogingen van laaggelegen nieuwe industrie- of bouwterreinen. De remmende factoren om tot een goed beheer van deze volumes te komen, zijn enerzijds de transportkosten en anderzijds het ontbreken van overkoepelende grond- en slibplanning.

2.2 | Curatieve en effectgerichte maatregelen

Water- en bodemverontreiniging

Water- en bodemverontreiniging treden vooral op door lekken afkomstig van de elementen die van de betrokken infrastructuren gebruik maken. Effectgerichte maatregelen bestaan uit het voorzien van opvangsystemen met afscheidingsmogelijkheden geplaatst vóór de uitmonding naar collectoren en de constructie van RWZI's. Het isoleren van stortplaatsen door foliematerialen en drainagesystemen is een ander voorbeeld. Een afzonderlijk probleem wordt gevormd door de overstortproblematiek bij gemengde rioolstelsels. Mogelijke effectgerichte maatregelen om dat te verhelpen zijn: een goed onderhoud van straten en rioolkolken, het regelmatig schoonspuiten van de rioleringen, het herwaarderen van open afwateringssystemen en het bouwen van opvangreservoirs of bekkens na overstorten.

Bodemdegradatie

De samendrukking van de bodemstructuur door grondwerken en/of de vermenging van bodemsoorten moet worden vermeden. Hiertoe bestaan de volgende mogelijkheden: bij afgraving kan men ofwel de grondsoorten strikt scheiden en daarna (eventueel na het aanbrengen van geotextielen) de oorspronkelijke lagen weer aanbrengen; ofwel kan men stalen matten als drukverdeling gebruiken.

Lawaaihinder

Maatregelen tegen lawaaihinder moeten de geluidsoverlast beperken tot de wettelijke normen. Voor de effectgerichte maatregelen bij infrastructuurwerken maken we een onderscheid tussen geluidsabsorberende en geluidsweerkaatsende constructies. Veel

toegepaste geluidsabsorberende schermen bestaan uit muurvormige constructies van geluidsabsorberende platen, beton of gestapelde plantbakken. Verhoogde bermen ogen echter natuurlijker. Gladde oppervlakken zoals glas reflecteren geluidsgolven. Andere mogelijkheden zijn aanpassingen van de lengteprofielen of de schikking van randbebouwing langs de infrastructuren.

Luchtverontreiniging en stankhinder

Stortplaatsen moeten laag per laag worden afgewerkt en dagelijks met tussendeklagen van grond of andere inerte stoffen afgedekt. Stankhinder bij RWZI's treedt vaak op bij nabezinktanks, slibbufferbekkens en indikkers en uitzonderlijk bij lozingspunten. Dit kan worden tegengegaan door afdekking en door afzuiging van de luchtlaag waarna de afgezogen lucht wordt gefilterd.

Niet-ioniserende straling en visuele hinder bij hoogspanningslijnen

De huidige en toekomstige visuele hinder door hoogspanningsmasten en de optredende elektrische en magnetische velden door hoogspanningslijnen in de lucht kunnen worden opgelost via twee maatregelen. Men kan kiezen voor ondergrondse lijnen: zowel de visuele hinder als de problemen door stralingsvelden zijn dan opgelost. De leidingen van 360 kV echter legt men niet ondergronds. Daarvoor kan men naar oplossingen zoeken voor transport op lagere spanning om de veldsterkten te reduceren. De visuele hinder kan ook enigszins gereduceerd worden door geen nieuwe tracés aan te leggen maar ze steeds met de bestaande te bundelen.

Wijzigingen in het grondwaterpeil

Voor infrastructuurwerken waarbij dieper dan de grondwaterspiegel wordt gegraven, zal de grondwaterstand plaatselijk kunstmatig worden verlaagd, wat tot verdroging en biotoopverlies kan leiden. Dit effect kan beperkt worden door een verticaal scherm in de bodem te plaatsen. Verschillende uitvoeringen zijn mogelijk: stalen damwanden, wanden uit kleimineralen, bentoniet, bentonieten matten, geomembramen, plastisch beton of geïnjecteerde wanden.

Regimeontregeling van waterlopen

Het natuurlijk regime van waterlopen kan verstoord geraken door onder meer de bouw van naburige infrastructuren. Effectgerichte maatregelen om dit te verhinderen zijn tijdelijke of permanente wachtbekkens en zand- en slibvangen. Deze wachtbekkens kunnen verder ingericht worden als biotoop of voor recreatie gebruikt worden.

Barrièrewerking bij lineaire infrastructuren

Barrières voor de mens kunnen worden verholpen door het aanbrengen van voet- en fietstunnels en dito bruggen. Voor de fauna kan men wildtunnels of wildbruggen aanleggen. Bredere bermen met schuilgroen en bereikbare middenbermen in combinatie met snelheidsbeperkende maatregelen op de weg, kunnen de barrièrewerking voor dieren verminderen. Ook maatregelen gericht op specifieke plaatsen en specifieke tijdstippen kunnen van vitaal belang zijn voor sommige diersoorten: zo kan het tijdelijk afsluiten van delen van wegen tijdens het broedseizoen van padden zeer nuttig zijn voor het plaatselijk voortbestaan van deze soort. Voor de aquatische fauna en flora kunnen hoogteverschillen vanwege stuwen of drempels in de waterlopen worden verholpen door vistrappen, bij-pass-systemen of plaatselijke drempelverlagingen.

Barrièrewerking bij vlakvormige infrastructuren

De barrièrewerking bij grote vlakvormige infrastructuren (luchthavens, industrieterreinen, storten, groeven) kan in principe ook gereduceerd worden door bruggen en tunnels voor mens of dier, maar grote afstanden zijn meestal 'onoverbrugbaar'. Een mogelijke maatregel voor fauna en flora bestaat uit het voorzien van brede omringen-

de bufferstroken met aangepaste beplanting en waterhuishouding als verbindingsstructuur tussen gescheiden biotopen.

Visueellandschappelijke impact

Het verminderen van de visueellandschappelijke impact kan in principe op twee manieren gebeuren: ofwel door de infrastructuur te camoufleren door bijvoorbeeld beplantingen, ofwel door de infrastructuur aan te passen aan het omgevende landschap. Mogelijkheden hiertoe voor lineaire infrastructuren zijn: aanpassingen van lengte- en dwarsprofielen, aangepaste materialen- en kleurkeuze. Bij niet-lineaire infrastructuren kunnen de hoogte (ligging), de vorm en ook de materialen- en kleurkeuze aangepast worden voor een betere integratie in het landschap.

Referenties

1 NMBS, STAR21, Plan voor toekomstige ontwikkeling van spoorweginfrastructuur en exploitatie, Brussel, 1989.

2 OVAM, Afvalstoffenplan 1991-1995, Mechelen, 1991.

3 Vansteelandt P., Proceedings van het colloquim Oppervlaktedelfstoffenproblematiek in Vlaanderen, Genootschap van geologen van de Universiteit Gent, Gent, 1991.

4 Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Bestuur Havens, Tienjarenplan 1994-2003, Brussel, 1993.

5 Belgroma n.v., Haalbaarheidsstudie met betrekking tot de waterbeheersing van de Grote Nete en Zijrivieren, i.o.v. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Bestuur voor Landinrichting, Brussel, 1990.

6 Huisman H., MER voor beleidsplannen, nodig en mogelijk, Commissie voor de milieueffectrapportage, s.c.m.o., Delft, 1990.

Begeleiders

R. Colpaert, Belconsulting

F. de Sagher, M. Dillen, Vlaamse Confederatie Bouw

A. Vervoort, Groep Swartenbroekx

Deel V

Instrumenten en structuren voor een nieuw beleid

1 Juridische instrumenten | 653

2 Economische instrumenten
A Heffingen | 673
B Voorbeelden van reductiekosten | 685
C Economische waardering van milieuschade | 709
D Verdelingseffecten van heffingen | 717

3 Sociale instrumenten
A Milieubeleidsovereenkomsten | 727
B Milieuzorgsystemen | 739
C Milieu-educatie en -informatie | 751
D Maatschappelijk milieudebat | 763

4 Beleidsstructuren | 781

V.1 Juridische instrumenten

L. Lavrysen, J. Bouckaert, H. Crevits, S. Deloddere, Ch. Lambert, D. Ryckbost, G. Van Hoorick, P. Van Pelt, Centrum voor Milieurecht, onder leiding van H. Bocken, RUG

Dit hoofdstuk geeft de stand van zaken van het milieurecht in het Vlaamse Gewest. Het begrip 'milieurecht' vindt in ons taalgebied pas rond 1970 ingang. Deze rechtstak heeft sindsdien een stormachtige ontwikkeling gekend. Zo omvatte het *Juridisch Milieucompendium* toen het in 1975 werd uitgebracht door de Stichting Leefmilieu nog maar vier banden. De vernieuwde uitgave ervan, aangevat in 1985, telt nu al *veertien* banden terwijl nog niet alle rubrieken werden uitgebracht. Het milieurecht heeft tevens een chaotisch karakter. Het is gegroeid naar aanleiding van concrete problemen en incidenten in een steeds complexer wordende wereld. Op minstens vier niveau's komt er regelgeving tot stand: internationaal (mondiaal, continentaal, 'regionaal'), in het kader van de Europese Unie, federaal én gewestelijk. Dit wordt nog aangevuld door verordenende initiatieven op provinciaal en gemeentelijk vlak.

In deze bijdrage definiëren we de juridische milieubeleidsinstrumenten (2) en vatten we de krachtlijnen van duizenden bladzijden wet- en regelgeving samen aan de hand van een tabel waarin we voor de verschillende onderdelen van het milieurecht aangeven welke milieubeleidsinstrumenten worden gehanteerd. Wij geven een kwalitatieve beoordeling van deze tabel (3) en leiden hier beleidsaanbevelingen uit af (4).

1 | Functies en indeling van het milieurecht

1.1 | Functies van het milieurecht

De belangrijkste functies van het milieurecht zijn: de *organisatie van de besluitvorming*, de *handhaving* en het *herstel van milieuschade*.

Vooral de *organisatie van de besluitvorming* is belangrijk. In alle onderdelen van het milieubeleid moeten op een verantwoorde en deskundige wijze technische, maatschappelijke en niet-juridische beslissingen getroffen worden. Die beslissingen moeten tevens rekening houden met de rechten en belangen van alle betrokkenen. Er zijn talrijke vragen omtrent de bevoegdheid, de aard van het orgaan waaraan de beslissingen worden toevertrouwd, de besluitvormingsprocedure, de rechtsbescherming, de inspraak, de consultatie, het verplicht motiveren van beslissingen, beroepsmogelijkheden, enz.. Het *instrumentele deel van het milieurecht* levert de specifieke beleidsinstrumenten en mechanismen om milieuverstoring tegen te gaan. Het gaat hier onder meer om allerhande emissienormen; milieukwaliteitsdoelstellingen; de preventie en recyclage van afvalstoffen; de controle op het afvalcircuit; de organisatie van de afvalverwijdering, van veiligheidsmaatregelen en van rampenbestrijding; de milieu-effectrapportering; de milieubeleidsplanning; en het gebruik van heffingen en van andere economi-

sche instrumenten. De meeste van deze beleidsinstrumenten werden en worden op zeer ongelijke manier aangewend in het Vlaamse en Belgische milieurecht.

Het recht moet ook zorgen voor een efficiënte en effectieve *handhaving* van de milieunormen met waarborg voor de eisen van een behoorlijke rechtsbedeling hierbij. Binnen het bestek van deze studie is het onmogelijk diep op deze onderwerpen in te gaan. Tot dusver is in Vlaanderen te weinig studie verricht naar de effectiviteit en de handhaving van het milieurecht via de beschikbare mechanismen, om hierover wetenschappelijk verantwoorde besluiten te kunnen trekken.

Naar het *herstel van milieuschade* is veel studie verricht in het Vlaamse Gewest, maar de complexiteit van deze materie verhindert een grondige bespreking in dit hoofdstuk.

1.2 | Indeling van het milieurecht

Het milieurecht heeft betrekking op het fysiek milieu, dit wil zeggen de fysieke, zowel levende als niet-levende omgeving van de mens, en normeert het maatschappelijk gedrag in een voor het milieu positieve zin. Het milieurecht is een functionele rechtstak. Het bedient zich van de klassieke takken van het recht: privaat- en publiekrecht, internationaal en nationaal recht.
Men kan milieurecht eng of ruim opvatten. Het milieurecht in enge zin bestaat uit drie onderdelen:

- het *milieuhygiënerecht* dat voornamelijk gericht is op het voorkomen en tegengaan van vermindering van milieukwaliteit door *verontreiniging*. Het milieuhygiënebeleid richt zich in het bijzonder op ecosystemen die van belang zijn voor de werking van de biosfeer en die betrekking hebben op de voedselvoorziening, de gezondheid en de andere aspecten van het menselijk leven.
- het *natuurbeschermingsrecht* dat de bescherming van de natuur en de bevordering van de biologische diversiteit tot doel heeft, door met name natuurlijke habitats en wilde soorten in stand te houden, in het bijzonder wanneer die bedreigd, kwetsbaar, zeldzaam of endemisch zijn.
- het *landschapsbeschermingrecht* dat de ecologisch, cultuurhistorisch of esthetisch waardevolle landschappen beoogt te beschermen.

In een ruimere opvatting kunnen ook het *beheer (de duurzame aanwending) van de natuurlijke rijkdommen, de ruimtelijke ordening en stedebouw en de bescherming van monumenten, stads- en dorpsgezichten* tot het milieurecht gerekend worden. In dit hoofdstuk hanteren we de ruime visie van het milieubeleid en het milieurecht.

2 | Overzicht van de functies en van de beleidsinstrumenten van het milieurecht in het Vlaamse Gewest

De drie hoofdfuncties van het milieurecht komen aan de orde: besluitvorming, handhaving en herstel van schade.

2.1 | Besluitvorming

Planning

De 'planning' is het geheel van activiteiten om samenhang te brengen in de voorbereiding, de vaststelling en de uitvoering van beslissingen inzake het milieu.
Verschillende vormen van planning zijn mogelijk. *Informatieve planning* schept een niet-bindend kader waarnaar de diverse actoren in de maatschappij hun handelen kunnen richten. *Indicatieve planning* moet leiden tot een beleid dat vooralsnog niet hoeft te worden gevolgd door rechtshandelingen of feitelijke handelingen van de

overheid (geen bindende werking). *Normatieve planning* bindt de overheid en/of de burger wel in zijn handelen. Ook *noodplanning* is een vorm van planning. De planning kan *strategisch* of *operationeel* van aard zijn. Zij kan betrekking hebben op de lange of op de korte termijn. We behandelen de planning in deze studie slechts voor zover zij juridisch gestalte heeft gekregen. Niet-juridisch georganiseerde vormen van planning, nemen we dus niet in beschouwing.

Milieukwaliteitsnormen

Milieukwaliteitsnormen bepalen aan welke kwaliteitseisen bepaalde onderdelen van het milieu moeten voldoen. Zij richten zich tot de overheid die moet trachten de gestelde eisen te realiseren of te handhaven met behulp van instrumenten die de burger rechtstreeks binden en met behulp van beheers- en saneringswerken. Er is een onderscheid tussen *basiskwaliteitsnormen* (kwaliteitseisen waaraan het betrokken onderdeel van het milieu in heel het Vlaamse Gewest moet voldoen) en *bijzondere milieukwaliteitsnormen* (kwaliteitseisen waaraan een onderdeel van het milieu moet voldoen in beschermde gebieden). In verband met de bindende kracht, bestaan er *grenswaarden* (mogen niet overschreden worden), *richtwaarden* (milieukwaliteitsniveau dat zoveel mogelijk moet worden bereikt of gehandhaafd) en *streefwaarden* (milieukwaliteitsniveau waarbij geen nadelige effecten te verwachten zijn). In de bestaande wetgeving worden deze normen vaak aangeduid met begrippen als 'immissienormen', 'milieukwaliteitsdoelstellingen' en 'immisiekwaliteitsdoelstellingen', die geen correcte aanduiding geven van wat precies wordt bedoeld.

Informatieverstrekking aan de overheid

De wetgeving verplicht bepaalde exploitanten om periodiek of éénmalig milieurelevante gegevens te verstrekken aan de overheid die daarmee rekening houdt bij haar planning en het bepalen van milieheffingen. Voorbeelden hiervan zijn het emissiejaarverslag, de meldingsplicht voor producenten van afval, de aangiften voor de afval- en afvalwaterheffing.

Bronnencontrole

De bronnencontrole omvat de eisen die gesteld worden ten aanzien van handelingen met potentieel nadelige gevolgen voor het milieu. Brongerichte normstelling heeft een rechtstreekse werking voor degenen die handelingen (willen) verrichten waarop de eisen betrekking hebben. *Emissienormen* bepalen de maximaal toelaatbare emissie of inbreng door de mens van vaste stoffen, vloeistoffen, gassen, pathogene kiemen of energievormen in het milieu. Zij kunnen toegepast worden bij bronnen die voorzien zijn van afvoerkanalen (schoorsteen, lozingspijp). *Immissienormen* bepalen de maximaal toelaatbare immissie of de wijziging van de aanwezigheid van verontreinigingsfactoren in de atmosfeer, de bodem of het water rond één of meer bronnen van verontreiniging ten gevolge van emissies uit deze bron of bronnen. Deze techniek wordt vaak gebruikt bij geluidshinderbestrijding. Immissienormen betreffen enkel de door de betrokken bron of bronnen veroorzaakte bijkomende belasting, niet de reeds in het milieu aanwezige verontreiniging (achtergrondverontreiniging). Emissie- en immissienormen gaan veelal gepaard met *meet- en registratieverplichtingen*. *Ontwerp- en constructienormen* bepalen aan welke technische voorwaarden moet worden voldaan bij het ontwerpen en bouwen van inrichtingen of onderdelen daarvan. *Bedrijfs- en gebruiksnormen* bepalen met welke technische voorwaarden en praktische gedragsregels rekening gehouden moet worden bij het exploiteren van een inrichting. *Inplantingsnormen* bepalen aan welke afstandregels moet worden voldaan bij het vestigen van vaste inrichtingen of onderdelen ervan. Een bijzondere vorm daarvan zijn de in acht te nemen *veiligheidsafstanden*. *Produktnormen* (bevoegdheid federale wetgever) stellen voorwaarden vast betreffende de constructie, samenstelling, andere technische kenmerken en commercialisering van roerende goederen die bestemd zijn om in het

handelsverkeer te worden gebracht. Een bijzondere categorie betreft dergelijke voorwaarden voor verkeers- en vervoermiddelen.

Zorgplicht en beschermingsbepalingen

Het milieurecht maakt meer en meer gebruik van *algemene zorgplichten*, waarbij in algemene bewoordingen een verplichting wordt opgelegd aan de burger of de overheid. Gekende beginselen zijn BAT (Best Available Technology) en BATNEEC (Best Available Technology Not Entailing Excessive Cost). Deze algemene verplichtingen moeten door het bestuur of door de rechter worden vertaald in concrete verplichtingen. *Beschermingsbepalingen* zijn *gebods- of verbodsbepalingen* die het milieu beogen te beschermen tegen nadelige menselijke invloeden, en die niet vallen onder de vorige categorieën. Naast algemene beschermingsbepalingen, bestaan er ook gebods- of verbodsbepalingen die ofwel algemeen zijn, ofwel zich specifiek op gebiedsbescherming of soortenbescherming richten.

Vergunningstelsels

Het belangrijkste vergunningsstelsel in de milieusector is de *milieuvergunning*. Een milieuvergunning is een overheidsbeslissing die de vergunninghouder toelaat een bepaalde ingedeelde inrichting of activiteit te exploiteren of te veranderen. Deze beslissing heeft een individuele draagwijdte. De vergunning is in wezen tijdelijk en voorwaardelijk. De *erkenning* van bepaalde inrichtingen en activiteiten of de *melding* ervan zijn vergelijkbare instrumenten.

Milieu-effectrapportering en veiligheidsrapportering

Bij een milieu-effectrapportering wordt een milieu-effectrapport opgesteld dat dient als hulpmiddel bij de besluitvorming rond een voorgenomen actie, die belangrijke gevolgen kan hebben voor het milieu. Het milieu-effectrapport dient de te verwachten gevolgen voor het milieu en de mogelijke alternatieven te analyseren en te evalueren. De *veiligheidsrapportering* identificeert de risico's, beoogt zware ongevallen te voorkomen, de gevolgen van die ongevallen voor mens en milieu te beperken en het risico in het algemeen zo laag mogelijk te houden.

Financiële instrumenten

Milieuheffingen. Een *milieuheffing* is een bedrag dat de heffingsplichtige aan de overheid moet betalen voor de door hem rechtstreeks of onrechtstreeks veroorzaakte aantasting van het milieu (zie v.2A Heffingen). Afhankelijk van de doelstelling maken we een onderscheid tussen *financierende* en *regulerende milieuheffingen*. Naargelang het voorwerp van de heffing is er een onderscheid tussen *emissie-*, *produkt-* en *administratieve heffingen*. Wanneer de opbrengst van de heffing een welbepaalde bestemming heeft, betreft het een *bestemmingsheffing*. Vanuit juridisch oogpunt wordt een onderscheid gemaakt tussen *belastingen* en *retributies*.

Milieusubsidies. Een subsidie is een instrument waarmee de overheid aan een derde 'om niet' een geldelijk voordeel toekent om milieuvriendelijk gedrag te bevorderen. De subsidie wordt gegeven in de vorm van expliciete geldoverdracht (directe subsidie) of in de vorm van overdracht via belastingsuitgaven (indirecte subsidie).

Milieubeleidsovereenkomsten

Milieubeleidsovereenkomsten zijn overeenkomsten tussen de overheid en een privépartner of een overheidsorgaan waarbij het milieubeleid van de overheid wordt geformuleerd of tenuitvoergelegd. Bij een milieubeleidsovereenkomst is minstens één van de partijen (soms beide partijen) een overheidsorgaan. Meestal betreft het overeenkomsten tussen een overheidsorgaan en een federatie of een groep van bedrijven uit de industriële of commerciële sector. Milieubeleidsovereenkomsten worden

gebruikt ter verwezenlijking van uiteenlopende beleidsdoelstellingen. Soms worden er milieuconvenanten tot stand gebracht tussen het Vlaamse Gewest en de lokale besturen of individuele derden. V.3A Milieubeleidsovereenkomsten gaat uitgebreid in op dit milieubeleidsinstrument en zijn mogelijke varianten.

Toegang tot milieu-informatie en inspraak

Onder *toegang tot milieu-informatie* worden de juridische mogelijkheden verstaan waarover de burger beschikt om bij de overheid informatie in te winnen over het milieu en over milieubelastende activiteiten *(passieve openbaarheid)*. Daarnaast kan de overheid een voorlichtingsbeleid voeren *(actieve openbaarheid)*: informatie verstrekken zonder dat de burger er eerst om gevraagd heeft. Tot slot krijgen burgers en verenigingen *inspraak* bij de totstandkoming van verordeningen en van beslissingen met een individuele draagwijdte.

2.2 | Handhaving

Handhaving beoogt door toezicht en toepassing van privaat-, administratief- en strafrechtelijke middelen de naleving van de rechtsregels. Handhaving kan *preventief* of *repressief* zijn. We onderscheiden de volgende aspecten:

Toezicht

Toezicht waarborgt de naleving van het recht. Op voorwaarde dat geen rechten of vrijheden worden geschonden, is het iedereen toegestaan toezicht te houden. Dit toezicht kan leiden tot een privaat-, administratief- of strafrechtelijke actie. *Controle* is het toezicht uitgeoefend door bevoegde ambtenaren die een strafrechtelijke vervolging van een door middel van het toezicht vastgesteld misdrijf mogelijk maakt.

Administratieve sancties

Een administratieve sanctie is een maatregel die door een bestuurlijke overheid wordt getroffen om de niet-naleving van een publiekrechtelijk voorschrift te bestraffen. Voorbeelden zijn: de schorsing, de opheffing of de wijziging van de voorwaarden van een vergunning of een erkenning, de administratieve geldboete, het bevel tot stopzetting van illegale activiteiten, de ambtshalve verwijdering van afvalstoffen of de vaststelling van een heffing.

Strafsancties

Strafsancties worden opgelegd door de strafrechter om de dader van een misdrijf te straffen. Voorbeelden zijn: de gevangenisstraf en de geldboete (hoofdsancties), de verbeurdverklaring, het verbod een bepaalde beroepsactiviteit uit te oefenen, de bedrijfssluiting en de openbaarmaking van de uitspraak (bijkomende sancties). Soms kan de strafrechter *rechtstreekse maatregelen* bevelen. Zij zijn er op gericht de negatieve gevolgen van de milieuverontreiniging teniet te doen. Voorbeelden zijn de onttrekking aan het verkeer, het herstel in de oorspronkelijke toestand, het verbod de installatie te gebruiken, de aanstelling van een bewindvoerder en de ontneming van het wederrechtelijk verkregen voordeel.

Privaatrechtelijke verbodsactie

De burgerlijke rechter kan een privaatrechtelijk verbod opleggen voor een handeling die het milieurecht schendt of dreigt te schenden. Hij doet dit op vraag van hetzij de overheid (Openbaar Ministerie, bestuur), hetzij milieu-organisaties of particulieren.

Saneringsprojecten

Een saneringsproject is een procedure die als doel heeft de gevolgen van overtredingen op de milieuwetgeving te herstellen. Bovendien moet de overtreder door deze

procedure inzicht krijgen in hoe hij overtredingen kan voorkomen. Het is een bijkomend instrument dat ingebouwd kan worden in de administratieve, strafrechtelijke en privaatrechtrechtelijke sanctie-systemen.

Veiligheidsmaatregelen

Veiligheidsmaatregelen zijn maatregelen die de overheid kan treffen bij dreigend, ernstig of onmiddellijk gevaar voor de mens of voor het leefmilieu. Het betreft maatregelen die gericht zijn op het wegnemen of het beperken van de dreiging. Zij kunnen een algemene of individuele draagwijdte hebben.

2.3 | Herstel van schade

De schade die wordt veroorzaakt door verontreiniging of andere verstoringen van het leefmilieu is zeer uiteenlopend: individuele gezondheidsschade, schade aan roerende of onroerende goederen, inkomensderving, morele schade, schade aan niet-toegeëigende goederen (lucht, bodem, water, fauna, flora, ecosystemen). De schade moet worden hersteld door het milieu en de individuele schadelijder zo goed mogelijk

Tabel 1: Het gebruik van beleidsinstrumenten in de diverse wetgevingscomplexen van het milieurecht.

Wetgevingscomplexen	Besluitvorming							
	Planning	Kwaliteitsnormen	Informatieverstrekking aan de overheid	Bronnen-controle	Beschermingsbepalingen algemene zorgplicht	Beschermingsbepalingen gebodsbepalingen	Beschermingsbepalingen verbodsbepalingen	Beschermingsbepalingen gebiedsbescherming
Seveso, civiele bescherming	++	+	+++	-	+	+++	-	+
Milieuvergunning	-	+++	++	+++	+	++	++	+
Oppervlaktewater	++	+++	++	+++	+	-	++	++
Grondwater	-	++	++	++	+	-	++	+++
Zeewater	-	++	++	++	-	++	++	++
Lucht	-	++	+	+++	+	-	+	+
Bodemsanering	-	-	-	-	-	+	+	-
Meststoffen	++	+	++	++	-	++	++	+++
Afval: niet-giftig	++	o	++	++	++	+	+	o
Afval: giftig en gevaarlijk	-	o	++	++	++	+	+	o
Afval: in-, uit- en doorvoer	-	o	++	-	+	+	-	o
Geluid	-	++	+	++	+	+	+	+
Gevaarl. stof: gebruiksbeperking	-	o	+	-	+	++	++	o
Gevaarl. stof: identifikatieoorschrift	-	o	++	-	-	+++	-	o
Gevaarlijke stoffen: bijzondere	-	o	++	++	-	++	++	o
Ruimtelijke ordening	+++	-	o	+	-	-	++	+
Inrichting van het platteland	++	-	o	o	-	+	+	+
Bossen	+++	++	o	o	+++	+++	+++	+++
Landschappen	-	-	o	o	-	-	++	+++
Duinen	+	-	o	o	-	+	+	+++
Natuurbehoud	-	-	o	o	-	-	-	++
Jacht/vogelvangst en -bescherming	+	+	o	+	-	++	+++	+
CITES	o	o	-	o	-	-	++	-
Niet-levende natuurl. rijkdommen	+	+	+	++	-	+++	+++	+++

ø = *instrument niet toepasbaar*
\- = *instrument toepasbaar doch niet voorzien*
\+ = *instrument is zeer beperkt voorzien*
++ = *instrument is in redelijke mate voorzien*
+++ = *instrument is frequent voorzien*
++++ = *instrument is zeer frequent voorzien*

Bron: Centrum voor Milieurecht, RUG, 1 maart 1994.

terug te plaatsen in de oorspronkelijke situatie of in de situatie die zou zijn ontstaan indien de schade niet veroorzaakt zou zijn. Het slachtoffer heeft daarbij recht op herstel in natura. Wanneer herstel in natura onmogelijk is, dan kan een geldelijke schadevergoeding worden toegekend.

3 | Beoordeling van het milieurecht in het Vlaamse Gewest

We stellen het milieurecht dat van toepassing is in het Vlaamse Gewest voor in tabel 1. Op eenzelfde wijze worden in v.4 Beleidsstructuren de overheidsinstellingen die in de besproken wetgeving een rol vervullen voorgesteld. In de linkerkolom van tabel 1 staan de wetgevingscomplexen vermeld. Een wetgevingscomplex is een vanuit juridisch oogpunt samenhangend geheel van wetteksten. We behandelen zowel de gewestelijke als de federale wetgeving (met uitzondering van de federale wetgeving inzake ioniserende stralingen). Wij houden ook rekening met Europese voorschriften die rechtstreeks van toepassing zijn. Europese voorschriften die niet rechtstreeks van toepassing zijn (richtlijnen, beschikkingen) betrekken we enkel in de beoordeling voor zover zij niet, onvolledig of onjuist zijn uitgevoerd door de interne wetgeving.

Besluitvorming								Handhaving					Herstel
Beschermingsbepalingen soortenbescherming	Vergunningsstelsels	Milieu-effect veiligheids-rapportage	Financiële instrumenten heffingen	Financiële instrumenten subsidies	Milieubeleids-overeenkomsten	Toegang tot milieu-informatie	Inspraak	Handhaving toezicht	Handhaving administratieve sancties	Handhaving strafsancties	Handhaving saneringsprojecten	Veiligheidsmaatregelen	van schade
o	+++	++	+++	-	-	++	++	+	+	++	-	++++	+
o	++++	++	-	+	+	++	++	+++	+++	+++	+	+++	+
o	+++	+	++++	+	+	+	++	++++	++	++	+	+	-
o	++++	+	+	-	+	++	++	+++	+++	+++	-	++	++
++	++	-	++	-	-	++	-	++	+	+	-	++	++
o	++++	+	-	+	++	+	+	+++	+++	+++	-	+++	-
o	-	-	-	-	-	+	-	++	-	++	-	++	++
o	++	o	+++	+	-	++	o	++	-	++	-	o	-
o	+++	-	++	+	++	+	++	+++	+++	++	-	+++	++
o	+++	++	++	+	-	+	++	+++	+++	++	-	+++	++
o	++	-	-	o	o	++	-	++	++	++++	-	-	-
o	++++	+	-	++	-	+	+	+++	+++	++	++	+++	-
o	++	o	++	o	o	-	-	++	++	+	o	++	-
o	-	o	-	o	o	-	-	++	-	++	o	-	-
o	++	o	-	o	o	+	++	+++	+++	++	o	+++	-
o	++	+	+	-	-	+	+	++	++	++	o	o	++
o	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	o	o	-
o	+++	-	-	+++	+++	+	-	++	+	++	o	o	++
o	+	-	-	-	-	+	+	+	++	+	o	o	++
+++	-	+	-	+	+++	++	+	++	++	++	o	o	+
+++	+	-	-	+	+	++	+	++	-	+	o	o	-
++	+++	-	+	++	-	+	-	+++	++	+	o	o	-
+++	+++	o	o	o	o	++	o	+++	-	+	o	o	++
o	-	o	o	-	o	++	o	+	o	o	++	o	-

3.1 | Besluitvorming

Planning

De huidige *milieuhygiënewetgeving* voorziet slechts in beperkte mate in het instrument planning. Juridische gezien bestaat er een groot onderscheid tussen het Afvalstoffenplan (opgesteld door OVAM) en het Algemeen Waterzuiveringsprogramma (AWP), opgesteld door de VMM. Terwijl het Afvalstoffenplan verordenende kracht heeft (bindend voor de burger en voor de overheid), is het AWP louter indicatief.

Formeel verloopt de *ruimtelijke ordening* nog steeds uitsluitend via de plannen van aanleg die de gekozen bodembestemmingen juridisch vastleggen (bodembestemmingsplannen). Niet alle mogelijkheden die de wet biedt, worden benut. Er zijn nooit nationale plannen en streekplannen opgesteld. De tamelijk gedetailleerde gewestplannen vormen het zwaartepunt van de ruimtelijke ordening. Daarnaast ontstaan nieuwe beleidsinitiatieven, zoals de structuurplanning (Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen), maar hiervoor bestaat er vooralsnog geen juridische basis. De inrichting en het beheer van de ruimte sluit niet voldoende aan bij de gekozen bestemmingen.

In het *Bosdecreet* is er sprake van een lange-termijnplanning, die na een aantal adviezen wordt goedgekeurd door de Vlaamse regering. Hoewel er ondertussen wel een dergelijke lange-termijnplanning is opgemaakt, is dit nog geen officieel document aangezien het plan nog niet goedgekeurd is door de Vlaamse regering. In de *wetgeving op de landschappen* en *de Wet op het Natuurbehoud* ontbreekt iedere vorm van planning. Nochtans wordt er in de praktijk wel degelijk aan planning gedaan ('Groene Hoofdstructuur'). Met betrekking tot de *niet-levende natuurlijke rijkdommen* is geen planning voorzien voor de groeven en graverijen, terwijl dit wel voorzien is voor de grindwinning.

Milieukwaliteitsnormen

Kwaliteitsdoelstellingen voor *lucht, geluid, oppervlakte- en grondwater* zijn terug te vinden in VLAREM II. Deze kwaliteitsdoelstellingen komen in essentie overeen met de vroegere nationale en gewestelijke bepalingen. Hun draagwijdte beperkt zich tot het gebruik als toetssteen bij het verlenen en het herzien van milieuvergunningen. Zij hebben hoofdzakelijk oog voor de fysico-chemische kwaliteit; de ruimere ecologische kwaliteit komt nog niet aan bod. Bovendien is de verhouding basis/bijzondere milieukwaliteitsnormen niet duidelijk geregeld en is het merendeel van de Europese richtlijnen met betrekking tot de bijzondere milieukwaliteitsnormen onvolledig uitgevoerd.

Bij de ruimtelijke ordening ontbreken duidelijke kwaliteitsdoelstellingen. De bestemmingsvoorschriften zijn veelal vaag en ontoereikend, zodat natuur- en landschapswaarden verloren blijven gaan, zelfs in natuurgebieden en ecologisch of landschappelijk waardevolle agrarische gebieden. Het lakse optreden van de overheid tegen bouwovertredingen, het gemeentelijk beleid (uitholling van gewestplannen door BPA's e.d.) en de planschaderegeling leiden ertoe dat de druk op de open ruimte hoog blijft. Aan de structuurplanning die rekening houdt met de structurerende elementen van de ruimte, liggen wel duidelijke kwaliteitsdoelstellingen ten grondslag (behoud van de open ruimte, tegengaan van stadsverval, enz.). Een juridische basis ontbreekt vooralsnog.

Behalve in het *Jachtdecreet* (verstandig gebruik van wildsoorten) en in het *Bosdecreet* (multifunctionaliteit van het bos) bevat de wetgeving inzake *natuur- en landschapsbehoud* geen duidelijke kwaliteitsdoelstellingen. Aan de Groene Hoofdstructuur ligt de duurzame instandhouding van natuur als kwaliteitsdoelstelling ten grondslag. Doch voor de Groene Hoofdstructuur ontbreekt voorlopig een juridische basis. In uitvoering van de Europese regelgeving moeten zoneplannen voor bebossing worden opgemaakt. Momenteel is daarvan nog niets terug te vinden in de reglementering.

Informatieverstrekking aan de overheid

De Seveso-reglementering, de reglementering op de gevaarlijke stoffen en de afvalstoffenreglementering organiseren elk een eigen informatiesysteem via kennisgevingsverplichtingen en meldingsverplichtingen over risicohoudende inrichtingen, de eigenschappen van gevaarlijke stoffen en de hoeveelheid geproduceerd afval. Bijzondere verplichtingen worden opgelegd in VLAREM II (emissiejaarverslag) en het Mestdecreet (aangifte mestoverschotten). De heffing op de waterverontreiniging wordt vastgesteld aan de hand van de door de betrokken ondernemingen gemelde aangiften van lozingen in openbare riolen of oppervlaktewateren.

Bronnencontrole

VLAREM II bevat een zeer uitgebreid gamma van brongerichte normen zoals emissienormen, ontwerp- en constructienormen, bedrijfs- en gebruiksnormen, inplantingsnormen en veiligheidsafstanden. Immissienormen komen minder frequent voor. In de meeste gevallen zullen emissiebeperkingen worden opgelegd in de vorm van emissienormen. Het onderscheid emissienorm/immissienorm wordt in VLAREM II evenwel niet steeds consequent toegepast. Aangezien ook in de ruimtelijke ordening gebruik wordt gemaakt van inplantingsnormen, dreigt er een overlapping te ontstaan tussen de milieuhygiënereglementering en de ruimtelijke ordening.

Zorgplicht en beschermingsbepalingen

VLAREM II verplicht elke exploitant om alle passende maatregelen te nemen ter voorkoming van milieuhinder en -verontreiniging, met inbegrip van het gebruik van de best beschikbare schone technologieën die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen. De juridische draagwijdte van deze verplichting is echter onduidelijk en beperkt. Het is onduidelijk in welke mate bij het opstellen van VLAREM II rekening is gehouden met de BATNEEC-eis. Bij naleving van VLAREM II wordt men echter wel verwacht aan de BATNEEC-eis te voldoen. Er ontbreekt de nodige begeleiding van de vergunningverlenende overheden om aan het criterium concrete invulling te geven. Het is onduidelijk of de in bepaalde gevallen door de Europese richtlijnen voorgeschreven strengere BAT-eis al dan niet door de vergunningverlenende instanties moet worden toegepast, en zo ja, op welke wijze. Inzake afval wordt aan iedere exploitant de verplichting opgelegd om de produktie van afvalstoffen maximaal te beperken. Het VLAREM I en het ARAB verplichten een exploitant om alles in het werk te stellen om zware ongevallen te voorkomen en de gevolgen voor mens en leefmilieu te beperken. De grote waarde van deze principes bestaat erin dat de exploitant ze dient na te leven voor alle aangelegenheden die niet in de vergunning geregeld zijn.

Verbodsbepalingen en gebodsbepalingen komen frequent voor in de milieuhygiënereglementering. Daarentegen is het ontbreken van gebodsbepalingen inzake natuur- en landschapsbehoud een groot gemis. Aangezien eigenaars niet tot positieve beheersmaatregelen kunnen worden verplicht, bestaat de kans dat waardevolle landschappen verdwijnen. De Europese verordeningen geven een juridische basis voor het uitwerken van een regeling inzake beheersovereenkomsten in de landbouw waardoor het natuur- en landschapsbeheer betrokken kan worden in de agrarische bedrijfsvoering. Samen met gebods- en verbodsbepalingen, zijn beheersovereenkomsten onmisbare instrumenten voor natuur- en landschapsbehoud, aangezien vele landschaps- en natuurwaarden gelegen zijn in of nabij agrarische gebieden.

Gebiedsgerichte bescherming komt in tal van sectoren van het milieuhygiënerecht voor: oppervlaktewater (zonering), grondwater (waterwingebieden), zeewater (niet verlenen van concessie in bepaalde zones), lucht (kwaliteitsnormen voor specifieke beschermingszones en kwetsbare zones), geluid (geluidsnormen VLAREM II, beschermingszones voor testritten of wedstrijden). Gebiedsgerichte bescherming is tevens

voorzien in de ruimtelijke-ordeningswetgeving via de plannen van aanleg (de bestemmingen natuurgebied en natuurreservaat), in de boswetgeving (bosreservaten en schermbossen), in de landschapswetgeving (rangschikking) en in de natuurbehoudswetgeving (natuurreservaten). Een doordachte onderlinge coördinatie of integratie van de beschermingsregelingen ontbreekt echter. De *reglementering op het natuurbehoud* bevat tal van beschermingsbepalingen, doch het toezicht loopt mank en de bepalingen pakken niet altijd de precieze oorzaken aan van de achteruitgang van de betrokken dier- en plantesoorten. Een verregaand gebiedsbeschermingsregime is voorzien voor de duinengebieden aangewezen in het kader van het *Duinendecreet*. Er is echter enkel een bouwstop voorzien in het Duinendecreet zodat reliëfwijzigingen in de aangewezen duinengebieden mogelijk blijven.

De *soortenbescherming* in het *natuurbeschermingsrecht* beperkt zich maar al te vaak tot algemene beschermingsmaatregelen (veelal verbodsbepalingen) zonder dat de leefgebieden worden beschermd. Een uitzondering is de vogelbescherming, waar in uitvoering van de EG-richtlijnen ook beschermingszones werden ingesteld. Via de eerder genoemde gebiedsgerichte bescherming worden onrechtstreeks de soorten die er leven beschermd.

Vergunningsstelsels

De belangrijkste vergunning in de milieuhygiëneregelementering is ongetwijfeld de milieuvergunning, zoals georganiseerd in het Milieuvergunningsdecreet en VLAREM I. De milieuvergunning integreert de vroegere exploitatievergunning; de lozingsvergunning; de vergunning tot bescherming van het grondwater tegen vervuiling; de vergunning voor de verwijdering van afvalstoffen; de vergunning voor de verwijdering van giftig afval; de vergunning voor het houden van wedstrijden, test- en oefenritten; en de vergunning voor recreatief gebruik van motorvoertuigen en motorrijwielen. Afzonderlijke vergunningen zijn vereist voor het winnen van grondwater en voor de verwerving van giftig afval door een persoon die zelf geen afvalvernietigingscentrum exploiteert. Een erkenning of toestemming is vereist voor het op de markt brengen van fytofarmaceutische produkten en bestrijdingsmiddelen voor niet-landbouwkundig gebruik. Ook centra voor de verwerking van giftige afval en ophalers van dierlijk afval hebben een erkenning nodig. De in-, uit- en doorvoer van afvalstoffen is afhankelijk van een bijzondere vergunning. Tenslotte zijn voor het gebruik en de produktie van sommige gevaarlijke stoffen bijzondere vergunningen vereist die worden verleend door de Minister van Tewerkstelling en Arbeid.

In de ruimtelijke ordeningswetgeving bestaan de bouw- en verkavelingsvergunning. Inzake wijzigingen van vegetatie en landschapselementen bestaat een eigen, nieuw doch zwak afdwingbaar vergunningsstelsel op grond van de wet op het natuurbehoud zonder dat het stelsel voorzien in de stedebouwwet terzake operationeel werd gemaakt. Ook de bos- en jachtwetgeving voorzien eigen vergunningenstelsels.

Milieu-effectrapportering en veiligheidsrapportering

De milieu-effect- en veiligheidsrapportering kunnen procedurieel geïntegreerd worden. Omwille van de preventieve doelstelling zouden voorgenomen acties (inclusief beleidsvoornemens, plannen en programma's) met belangrijke milieu- of veiligheidsrisico's aan deze rapportering moeten worden onderworpen. Momenteel bieden de bepalingen inzake het toepassingsgebied hiertoe niet de nodige garanties.
Bijkomende waarborgen moeten ook voorzien worden wat de kwaliteit van het rapport betreft. Dit kan enerzijds door inhoudelijk aan te geven wat een dergelijk rapport moet omvatten, en dit voorwerp te maken van inspraak van belanghebbenden in het kader van vooroverleg, en anderzijds door de criteria voor opstellers ervan beter te omschrijven. Bij de controle op de toepassing van de reglementering zou de administratie een grotere rol moeten spelen, en dus verder moeten worden uitgebouwd.

Financiële instrumenten

Heffingen. Door de Seveso-regelementering werd een vrij zware heffing ingevoerd ten behoeve van een fonds voor risico's van zware ongevallen. De Wet op de Oppervlaktewateren voorziet in een uitgebreide heffingsregeling voor lozingen van afvalwater op de oppervlaktewateren of in riolen. Als het gaat om een lozing in oppervlaktewater is de heffing bedoeld als ontmoedigingsbelasting of regulerende belasting. Voor lozingen in riolen heeft de heffing een financierend karakter. Ook de waterwinning is aan een bijzondere heffingsregeling onderworpen. Met betrekking tot het winnen van grondwater is een heffing voor een eigen waterwinning voorzien, doch deze werd nog niet uitgevoerd. Het Afvalstoffendecreet voorziet een regulerende heffing op het storten en verbranden van zowel gewoon als giftig afval. Enerzijds is voor de meststoffen een uitgebreid heffingssysteem voorzien voor veeteeltbedrijven die mestoverschotten produceren. Anderzijds is niet voorzien in een vrijstelling van de heffing voor de intensieve veeteeltbedrijven die zelf in waterzuivering voorzien. Inzake gevaarlijke stoffen wordt een milieutaks voorzien op fytofarmaceutische produkten en bestrijdingsmiddelen voor niet-landbouwkundig gebruik.

Subsidies. Globaal gezien worden subsidies in het milieuhygiënerecht beperkt gebruikt, dit in tegenstelling tot de natuur- en landschapsbescherming. Positief is dat de Wet op het Natuurbehoud subsidies voorziet voor het behoud van waardevolle natuurgebieden. De gemeentelijke milieuconvenanten voorzien toelagen ten gunste van de gemeenten voor onder meer de oprichting van containerparken, de ophaling van afval, enz.. Naast specifieke acties zoals VLIM, bestaan er subsidiekanalen met een andere doelstelling waarbinnen in toenemende mate met milieu-eisen rekening wordt gehouden (Wet op de Economische Expansie, IWT, VIZO, gesubsidieerde werken) of zou moeten worden gehouden (Investerings- en Landbouwfonds). Vooralsnog ontbreekt een gecoördineerd subsidiebeleid, wat kan leiden tot dubbele subsidiëring of tot het verwaarlozen van domeinen.

Milieubeleidsovereenkomsten

Met betrekking tot het milieuhygiënerecht werden zowel nationaal als binnen het Vlaamse Gewest een aantal milieubeleidsovereenkomsten gesloten onder meer in de sectoren lucht (gebruik van CFK's, emissiereducties van SO_2 door de elektriciteitssector) en afval (verpakkingsconvenant).

Met betrekking tot de natuur- en landschapsbescherming voorziet naast het Duinendecreet alleen het Bosdecreet expliciet in dit beleidsinstrument: voor het toegankelijk maken van privé-bos kunnen overeenkomsten tussen de eigenaar en het openbaar bestuur worden gesloten. De Vlaamse regering bepaalt welke maatregelen getroffen dienen te worden in de onmiddellijke omgeving van het bosreservaat (bv. beperking op het gebruik van biociden, het regelen van de waterstand) teneinde alle nadelige externe beïnvloeding tegen te gaan. De EG-verordeningen leggen een basis voor het uitwerken van een regeling voor beheersovereenkomsten in de landbouw (zie hoger). Ofschoon de Wet op het Natuurbehoud niet expliciet voorziet in de mogelijkheid om beheersovereenkomsten af te sluiten, lijkt deze mogelijkheid besloten te zijn in artikel 37 van de wet. Dit werd echter nog niet uitgetest in de praktijk. Problematisch is evenwel dat de Pachtwet niet toestaat om aan de pachter contractueel voorwaarden op te leggen voor landbouwexploitatie. Dit bemoeilijkt uiteraard het sluiten van afdwingbare beheersovereenkomsten.

Tenslotte wordt aan de Vlaamse gemeenten de mogelijkheid geboden om op vrijwillige basis een overeenkomst aan te gaan met de Vlaamse Gemeenschap inzake het gemeentelijke milieu- en natuurbeleid.

Toegang tot milieu-informatie en inspraak

Alle bijzondere milieuwetten voorzien zeer verschillende en vaak beperkte vormen van *openbaarheid van milieu-informatie*. De Europese Richtlijn inzake de vrije toegang tot milieu-informatie heeft tot doel om de vrije toegang te verzekeren tot de milieu-informatie waarover de overheidsinstanties beschikken, en de verspreiding van dergelijke informatie te waarborgen. VLAREM I beoogt de omzetting van deze Europese Richtlijn voor het Vlaamse Gewest. Evenwel voorziet het Milieuvergunningsdecreet, waarop VLAREM I is gesteund, geen juridische grondslag voor een algemene regeling inzake de openbaarheid van milieu-informatie, zodat het te betwijfelen valt of de vrije toegang tot milieu-informatie door VLAREM I inderdaad wordt verwezenlijkt. VLAREM I kan bovendien geen afbreuk doen aan wetgevingen die slechts een beperkte openbaarmaking toelaten.

De *inspraak* is vrij goed geregeld in de afvalstoffenplanning en in de ruimtelijke planning, doch niet in de waterzuiveringsplanning. Wat de vergunningen betreft, heeft het Milieuvergunningsdecreet op dit punt een aanzienlijke verbetering gebracht ten opzichte van de vroegere wetgeving. Ook de inspraak bij het verlenen van bouwvergunningen is in orde, zeker in de gevallen waarin een milieu-effectrapport vereist is. Bij andere vergunningsstelsels is de toestand veel minder bevredigend. Door de oprichting van de MiNa-raad en de uitbreiding van het werkveld van de SERV is de betrokkenheid van de diverse maatschappelijke geledingen bij het tot stand komen van decreten aanzienlijk verbeterd. Een grote leemte in het geheel is de beslotenheid die formeel gezien (informeel overleg met sommige belangengroepen blijkt in de praktijk wel frequent te worden toegepast) nog steeds bestaat bij het tot stand brengen van uitvoeringsbesluiten met algemene draagwijdte en milieubeleidsovereenkomsten. Het invoeren van een inspraakprocedure zal niet alleen het maatschappelijk draagvlak van de wetgeving ten goede komen, het zal er ook toe bijdragen de inhoudelijke kwaliteit ervan te verbeteren.

3.2 | Handhaving

Toezicht

De verschillende wetgevingen hebben elk een eigen regeling inzake toezicht.
In het milieuhygiënerecht houden de ambtenaren van AMINAL toezicht op de naleving van verleende milieuvergunningen. De burgemeester en de bijzondere technische ambtenaren hebben ook toezichtsbevoegdheden. Daarnaast zijn in de diverse milieusectoren bijzondere ambtenaren bevoegd voor andere aspecten dan de vergunning. Belangrijke bevoegdheden zijn geconcentreerd bij de VMM inzake oppervlaktewateren, bij OVAM inzake afvalstoffen en bij de VLM inzake meststoffen. De procedures verschillen, evenals de bevoegdheden van de toezichtsambtenaren.
Voor de natuur- en landschapsbescherming bestaan tevens diverse toezichtsregelingen die onderling niet eenvormig zijn. Soms zijn ambtenaren van diverse diensten van AMINAL bevoegd. Soms hebben ze echter geen verbaliserende bevoegdheid (Bestuur Monumenten en Landschappen). Soms zijn alleen officieren van gerechtelijke politie bevoegd (gerangschikte landschappen), soms hebben daarbuiten nog andere overheidspersonen een toezichtsfunctie (bv. jacht, waarbij zelfs schepenen bevoegd zijn).

Administratieve sancties

Het wijzigen van de vergunningsvoorwaarden en het intrekken of schorsen van de vergunning, zijn administratieve sancties die in alle milieuhygiënewetten voorkomen die werken met een vergunning. Het Milieuvergunningsdecreet voorziet dat de toezichthoudende ambtenaren en de burgemeester in bepaalde omstandigheden aanmaningen en bevelen kunnen geven, en tevens de stopzetting van een activiteit en/of de sluiting van een inrichting kunnen of moeten bevelen. Administratieve geldboeten

voor laattijdige betalingen van verschuldigde heffingen zijn voorzien in de Seveso-reglementering, in de wetgeving voor bescherming van de oppervlaktewateren, en in het Afvalstoffendecreet. De provinciegouverneur en de burgemeester zijn bevoegd om de achtergelaten afvalstoffen te verwijderen. Een gelijkaardige bevoegdheid voor giftig afval wordt enkel toegekend aan de gouverneur.
De Wet op het Natuurbehoud bevat geen administratieve sancties. Inzake jacht en vogelbescherming bestaat enkel de inbeslagname. Bij de ruimtelijke ordening zijn de toezichtsambtenaren bevoegd om werken of handelingen stil te leggen die zonder vergunning of in overtreding met een vergunning werden uitgevoerd. Wanneer de eigenaar of beheerder van een gerangschikt landschap werken uitvoert die door het rangschikkingsbesluit werden verboden, kan de burgemeester of de provinciegouverneur deze werken doen stilleggen, door tussenkomst van politie of rijkswacht.

Strafsancties

Vrijwel alle milieuwetten voorzien in strafsancties. Desondanks is de rol van het strafrecht in de bijzondere milieuwetgeving nog vrij beperkt. De strafmaten zijn doorgaans zeer laag in vergelijking met de straffen voor de klassieke delicten uit het Strafwetboek. Er blijkt geen verhouding te bestaan tussen de ernst van het milieudelict en de gestelde straf. Alhoewel het Milieuvergunningsdecreet meer uniformiteit in de sanctionering heeft gebracht (voor wat de ingedeelde activiteiten en inrichtingen betreft), is het opvallend dat de sancties in de verschillende milieuwetten niet op elkaar zijn afgestemd. Met de milieuwetgeving worden niet in de eerste plaats ecologische rechtsgoederen beschermd, maar eerder administratieve belangen. Daarom worden inbreuken op de uitoefening van het toezicht of op een bijdrageplicht doorgaans zwaarder bestraft dan de milieuverontreiniging zelf. Tot op heden zijn de strafsancties meestal te laag om een preventief effect te kunnen sorteren. De rechtbanken zijn bovendien niet snel geneigd om gevangenisstraffen te geven voor milieuverontreiniging. Meer effectief blijken de bijkomende straffen te zijn: verbeurdverklaring, herstel in natura, bedrijfssluiting, openbaarmaking van de uitspraak.

Saneringsprojecten

Saneringsprojecten worden, behalve in VLAREM II voor geluid, zelden gebruikt als instrument voor milieuhandhaving. Zonder dat hieromtrent een uitdukkelijke bepaling bestaat, zal inzake bodem en afvalstoffen in bepaalde omstandigheden de administratie aan de overtreder bevelen om bepaalde maatregelen te treffen, en dit naar aanleiding van een ingebrekestelling.

Veiligheidsmaatregelen

De reglementering inzake de milieuvergunning voorziet in de mogelijkheid veiligheidsmaatregelen te nemen in geval van dreigend of ernstig gevaar voor mens en/of leefmilieu. Zo kan de Vlaamse regering de vergunningsvoorwaarden wijzigen of aanvullen. De burgemeester en de bevoegde ambtenaren van AMINAL kunnen de stopzetting van een activiteit en de voorlopige sluiting van een inrichting bevelen. Daarnaast worden nog een aantal bijkomende veiligheidsmaatregelen voorzien in de sectorale wetten.

3.3 | Herstel van schade

Milieuschade en het herstel ervan wordt in de eerste plaats vergoed overeenkomstig het klassieke aansprakelijkheidsrecht. Volgens art. 1382 en 1383 van het Burgerlijk Wetboek moet diegene die door zijn fout schade aan een ander berokkent deze schade vergoeden.

Naast de foutaansprakelijkheid zijn er een groot aantal objectieve aansprakelijkheidsregels ontwikkeld. In het kader van de objectieve aansprakelijkheid kan iemand ook

aansprakelijk zijn voor een bepaalde schade die hij niet door zijn fout heeft veroorzaakt. Wie in eigen belang gevaarlijke activiteiten onderneemt, moet ook de schade dragen die deze activiteiten aan anderen berokkenen. De objectieve aansprakelijkheidsregels zijn via de bijzondere wetgeving ingevoerd (bv. de aansprakelijkheid van de producent voor giftig afval, de aansprakelijkheid van de eigenaar van verontreinigende produkten voor de kosten van opruimingswerken uitgevoerd door de civiele bescherming en brandweer) of door de rechtspraak ontwikkeld (bv. de aansprakelijkheid voor gebrekkige zaken). Art. 21, §2, c van het Afvalstoffendecreet heeft de strekking van een objectieve aansprakelijkheid en legt de kosten van bodemsanering ten laste van de eigenaar of de gebruiker van de grond, die door OVAM werd in gebreke gesteld om de verontreiniging te verwijderen. In VLAREM II worden:

a) een groot aantal nieuwe milieu-voorschriften waarvan de overtreding ervan een fout zal betekenen, ingevoerd;

b) de zorgvuldigheidsnorm gespecifieerd door talrijke verwijzingen naar codes van goede praktijk en invoering van het BATNEEC-principe;

c) een objectieve aansprakelijkheidsregel voor de exploitant van een stortplaats voorzien.

De rechtsgeldigheid van deze laatste bepaling in evenwel zeer betwistbaar aangezien voor de invoering ervan er geen bevoegdheidsopdracht is voorzien in het Milieuvergunningsdecreet, zodat de Vlaamse Regering geen afwijking kon invoeren op art. 1382 Burgerlijk Wetboek.

In het algemeen geldt voor de nieuwe objectieve aansprakelijkheidsregels dezelfde kritiek als voor het recente milieurecht in het geheel. Teveel versnipperde en fragmentaire regels met onderlinge verschillen bemoeilijken een efficiënt milieubeleid. Een algemene objectieve aansprakelijkheidsregel ontbreekt.

3.4 | Omzetting van de Europese Richtlijnen

Een studie door het Centrum voor Milieurecht van de Universiteit Gent over de omzetting van de milieu-richtlijnen van de EG in het Vlaamse Gewest, afgesloten op 1 januari 1993, bracht aan het licht dat twee op de drie richtlijnen (in absolute aantallen 47 op 75) gebrekkig worden geïmplementeerd. Een drastische verbetering bleef ook in 1993 uit, zodat deze conclusie nog steeds opgaat. Slechts een aantal richtlijnen werden volledig uitgevoerd. Het grootste deel van de richtlijnen werd gebrekkig omgezet of geheel niet geïmplementeerd.

In de sectoren lucht en geluid zijn de richtlijnen op kleine details na meestal behoorlijk omgezet. Wat de sector van de gevaarlijke stoffen betreft, is het voornaamste probleem de onmogelijkheid om de Europese maatregelen die op de onderscheiden gebieden genomen worden, bij te houden. Dit is vooral te wijten aan het feit dat de bijlagen van de richtlijnen voortdurend aangepast worden ten gevolge van snelle evoluties in wetenschap en techniek. Ook de afvalrichtlijnen werden minder goed omgezet. Soms ontbreken fundamentele elementen uit deze richtlijnen.
De richtlijnen in de sectoren water en natuurbescherming zijn onvoldoende geïmplementeerd. Zo komen de emissiewaarden in VLAREM II niet steeds overeen met deze in Richtlijn 76/464/EEG en zijn dochterrichtlijnen. Bijzonder pijnlijk is dat VLAREM II bepaalde lozingen in het grondwater verbiedt (conform richtlijn 80/68/EEG) doch tegelijkertijd bepaalt dat deze lozingen vergund kunnen worden. Zolang het Mestactieplan niet juridisch vertaald is, wordt dan weer niet voldaan aan de implementatieplicht in verband met Richtlijn 91/676/EEG (nitraten). Tenslotte zijn de richtlijnen inzake dierenbescherming en ook de vogelrichtlijn 79/409/EEG slecht geïmplementeerd.

Als het Vlaamse Gewest zijn Europese verplichtingen wil nakomen, dan is een grondige aanpassing van de milieuhygiënewetgeving, onder meer VLAREM II, noodzakelijk. Daarnaast zal ook de natuurbescherming de aandacht moeten krijgen die ze overeenkomstig de EG-richtlijnen verdient. Na de recente grondwetsherziening ingevolge het Sint-Michielsakkoord zouden bevoegdheidsperikelen een goede omzetting niet langer in de weg mogen staan.

4 | Aanbevelingen

4.1 | Algemeen milieubeleid: opstelling van een algemeen milieudecreet

Voor een meer samenhangende wetgeving is allereerst een algemeen decreet nodig dat een aantal juridisch-technische bepalingen omvat die voor de hele milieusector op een uniforme manier kunnen worden geregeld:

Doelstellingen, uitgangspunten en kernbegrippen

De doelstellingen en de uitgangspunten van het milieubeheer, het milieuhygiënerecht en het natuur- en landschapsbescherming dienen te worden omschreven, samen met de kernbegrippen van het milieurecht.

Bevoegdheden

De bevoegdheden van de belangrijkste gewestelijke overheidsorganen, gespecialiseerde instellingen en adviesorganen dienen duidelijk te worden bepaald. Een allesomvattende regeling is echter niet haalbaar. Het integratiebeginsel impliceert immers dat van organen en instellingen met een hoofdopdracht buiten het milieubeleid, méér en méér verwacht zal worden dat zij milieu-overwegingen hierin ten volle aan bod laten komen. Belangrijke uitvoeringsbevoegdheden zijn toevertrouwd aan lokale en intermediaire besturen, waarvan de werking geregeld wordt door de eigen organieke wetgeving.

Vrije toegang tot milieu-informatie

Om de Europese Richtlijn terzake uit te kunnen voeren, is een nieuwe decretale regeling vereist omtrent de vrije toegang tot milieu-informatie. Deze regeling moet afgestemd worden op het Decreet betreffende de openbaarheid van bestuursdocumenten in de diensten en instellingen van de Vlaamse Regering.

Besluitvorming

Een sleutelfunctie binnen een nieuwe decretale regeling zal worden vervuld door de regeling van de diverse aspecten van de besluitvorming:

- De verschillende aspecten van de *milieuplanning* moeten geregeld worden op gewestelijk, provinciaal en gemeentelijk niveau. De planning moet het gehele milieubeleid bestrijken. Er moet een goede afstemmingsregeling met de ruimtelijke planning uitgewerkt worden, samen met de sectorplanning (afval, water, natuurbehoud, enz.).
- Een duidelijke rechtsgrondslag voor het effectgericht (*milieukwaliteitsnormen*) en het brongericht milieubeleid (*milieuhygiënische normen*) is vereist, met een omschrijving van de draagwijdte en de juridische betekenis van de verschillende instrumenten.
- De onderlinge verhouding tussen algemene en sectorale voorwaarden (*milieuhygiëne*) moet precies worden bepaald en inspraakmogelijkheden in de loop van het besluitvormingsproces moeten worden gecreëerd. Bijzondere aandacht verdient de ontwikkeling van heldere, eenvoudig hanteerbare integrale voorwaarden, gekoppeld aan een meldingsplicht voor minder milieubelastende inrichtingen en activiteiten. Een duidelijke plaats en rechtsgrondslag voor beleidsinstructies is dan ook noodzakelijk.
- De integratie van *vergunningen*, ingezet met het Decreet op de Milieuvergunning,

moet verder worden gezet. Uit de ervaring tot dusver met het Decreet op de Milieuvergunning moeten de nodige conclusies worden getrokken om tot een werkbaarder en rechtszekerder beleidsinstrument te komen waarbij een integrale aanpak voorop staat.

- Ook de *milieu-effect* en *veiligheidsrapportering* en de *milieubeleidsovereenkomsten* kunnen in een algemeen decreet worden geregeld.
- Bepaalde elementen van de *bedrijfsinterne milieuzorg*, zoals de functie van de milieucoördinator, de milieu-audit, de meet- en registratieverplichtingen, de milieuverslaggeving, de preventie van zware ongevallen, moeten juridisch onderbouwd worden.

Toezicht en handhaving

Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan een éénduidige omschrijving van de toezichtbevoegdheden van de bevoegde ambtenaren. Om tot een goede handhaving van het milieurecht te komen, is er een juiste dosering van administratieve, privaatrechtelijke en strafrechtelijke sancties nodig in één uniforme regeling, waarbij de sancties afgestemd zijn op de ernst van de inbreuk en tevens gericht zijn op het wegnemen van de milieuverstoring. De invoering van de strafrechtelijke aansprakelijkheid van de rechtspersoon lijkt een noodzaak.

Herstel van schade

Er is tenslotte behoefte aan een algemene objectieve aansprakelijkheidsregeling die van toepassing is op alle schadelijke gevolgen van milieuverontreiniging, ongeacht de aard van deze laatste. Gezien de potentieel zeer grote omvang van de schade moet een afdoend en effectief schadevergoedingssysteem worden uitgewerkt door financiële zekerheden en waarborgen verplicht te stellen. Er moet tevens een aanvullend schadefonds ingeschakeld worden wanneer de bron van de emissie niet kan worden geïdentificeerd, wanneer er geen aansprakelijkheid kan worden vastgesteld of wanneer de aansprakelijke insolvabel is en de door hem gestelde financiële waarborgen ontoereikend zijn.

De milieuwetgeving verplicht de exploitant ook om een aantal milieubeschermingsmaatregelen te treffen. Het is noodzakelijk vast te stellen of de exploitant over de nodige financiële reserves beschikt om zijn verplichtingen na te komen. De verplichting tot het aanleggen van een financiële reserve (borgsommen) kan hiervoor een oplossing zijn. De borgsommen kunnen beheerd worden door een afzonderlijke rechtspersoon aan wie ook andere taken, zoals onder meer een toezichts- en beheersfunctie, kunnen worden toegekend.

4.2 | Sectoraal Milieubeleid: nieuwe decretale regelingen

Naast de opmaak van een algemeen decreet, moet ook de sectorale wetgeving vernieuwd of uitgewerkt worden.

Waterwetgeving

De *waterwetgeving* is aan vernieuwing toe. Bijzondere aandacht dient uit te gaan naar de uitvoering van tot dusver verwaarloosde verplichtingen van Europese richtlijnen en naar de juridische onderbouwing van het waterbekkenbeleid. De waterkwaliteitsplanning dient geïntegreerd te worden in de algemene milieuplanning en grensoverschrijdend afgestemd.

Bodembescherming en bodemsanering

Er is behoefte aan een juridisch kader dat een preventief beleid inzake bodem kan sturen. De normering voor *bodembescherming* is gericht op de voorkoming en de beperking van verontreiniging en aantasting (erosie, verdichting) en beoogt milieuverantwoorde onttrekking te garanderen. Bepaalde handelingen die voor de bodem

gevaarlijk zijn, moeten nader worden gereglementeerd. Met het oog op de uitvoering van de Europese nitratenrichtlijn moet het mestactieplan juridisch geïmplementeerd worden.

Er is een ontwerpdecreet betreffende *bodemsanering* in behandeling waarbij een gecoördineerde benadering van de bodemverontreiniging beoogd wordt. Dit ontwerp maakt een fundamenteel onderscheid tussen de verontreiniging die tot stand komt na de inwerkingtreding van het dcreet en de historische verontreiniging. Het regelt de inventarisatie van de verontreinigde gronden en biedt een normatief kader dat toelaat de beslissingen tot bodemsanering op systematische wijze te treffen. Een nieuwe objectieve aansprakelijkheidsregel voor de kosten van de bodemsanering werd in het ontwerp voorzien. Verder is er een bijzondere regeling voor de situatie van de onschuldige eigenaar die buiten zijn weten om een vervuilde grond verwierf. Er werd ook een regeling uitgewerkt voor de overdracht van gronden. Het voorontwerp bevestigt de rol van OVAM inzake het beleid van bodemsanering. Aangezien het huidig wettelijk kader geen systematisch curatieve aanpak van de bodemsanering toelaat, is dit wettelijk kader dringend noodzakelijk.

Afvalstoffenwetgeving

De *afvalstoffenwetgeving* wordt thans vernieuwd. In een latere fase is integratie in het Decreet Algemeen Milieubeleid vereist. Deze nieuwe afvalstoffenwetgeving integreert de reglementering op afval en gevaarlijk afval en laat nieuwe benaderingen toe (terugnameplicht, sectorale plannen).

De *werkzaamheden van de Interuniversitaire Commissie voor de Herziening van het Milieurecht in het Vlaamse Gewest* (ICHM) kunnen als uitgangspunt dienen voor de uitbouw van een algemeen decreet voor milieuhygiëne volgens het geschetste stramien (zie bijlage 1).

Ruimtelijke ordening

Er is een decreet op de *ruimtelijke ordening* nodig. Dit decreet zou de (talrijke) goede elementen uit de oude stedebouwwet moeten overnemen, maar tevens duidelijke kwaliteitsdoelstellingen (en de structuurplanning als emanatie hiervan) moeten incorporeren en stringent toepassen. Waar natuur en landschap de hoofd- of nevenfunctie van een gebied zijn, zullen er meer gedetailleerde bestemmingsvoorschriften moeten komen. De inrichting (landinrichting, ruilverkaveling) en het beheer van de ruimte dienen beter aan te sluiten bij de gegeven bestemmingen.

Gebiedsgerichte natuur- en landschapsbescherming

Met betrekking tot de *gebiedsgerichte natuur- en landschapsbescherming* moeten de verscheidene gebiedsgerichte regelingen in het milieubeleid en het ruimtelijk beleid, al dan niet met een hoofd- of nevendoelstelling natuur- en landschapsbescherming, beter op elkaar worden afgestemd. De ruimtelijke ordening doet daarbij dienst als integratiekader. Het beheer van de landschappen en de relatie met de landbouw zouden in een nieuw decreet op de landschappen nader uitgewerkt moeten worden. Er zouden gebodsbepalingen en subsidies voor actieve beheersprestaties bijgevoegd moeten worden. Een nieuw decreet op het natuurbehoud, aansluitend bij een decreet algemeen milieubeleid, zou de planning, de kwaliteitsdoelstellingen (onder meer duurzame natuur), en de daaruit voortvloeiende gebiedsgerichte bescherming met bijhorende maatregelen, juridisch moeten vastleggen. Essentieel voor natuur en landschap is de invoering (begeleid van een goede informatiecampagne naar de landbouwers toe) van een gebiedsgerichte juridische regeling voor het afsluiten van beheersovereenkomsten die vrijwillig zijn aangegaan, overeenkomstig de EG-verordeningen terzake. Tegen een financiële vergoeding kunnen landbouwers op die manier de zorg voor natuur en landschap in hun bedrijfsvoering betrekken.

Soortgerichte natuurbescherming

De *soortgerichte natuurbescherming* dient meer aandacht te besteden aan de bescherming van de habitats van dier- en plantensoorten. Om aan de EG-vogelrichtlijn te voldoen, is het aanbevolen de jacht op vogels, de vogelbescherming en de vogelvangst in één decreet onder te brengen.

Toezicht door deskundige ambtenaren is cruciaal voor de naleving van de bepalingen inzake de internationale handel in bedreigde dier- en plantesoorten. Ook dient er rechtswetenschappelijk meer onderzoek te worden verricht in de sfeer van het natuur- en landschapsbehoud.

Wetgeving op gevaarlijke stoffen

Ter verduidelijking van de huidige zeer technische en ondoorzichtige wetgeving inzake *gevaarlijke stoffen* bestaat een dringende behoefte aan een gecoördineerde aanpak. Het verdient aldus aanbeveling om, aan de hand van één kaderwet op de gevaarlijke stoffen en preparaten, enerzijds de verplichtingen inzake identifikatie, verpakking en indeling en anderzijds de beperkingen inzake gebruik en handel te regelen. Hierbij zou tevens gezocht moeten worden naar een methode om de voortdurende ontwikkelingen op EG-vlak te volgen. Zo zou de recente verordening 793/97/EEG van de Raad inzake de beoordeling van de risico's van gevaarlijke stoffen moeten zorgen voor een betere beoordeling van de risico'svan deze stoffen voor mens en milieu. Tot nu toe zijn die risico's slechts van een zeer gering percentage (1 %) van gevaarlijke stoffen bekend.

Bescherming van de zee

MARPOL zou eindelijk operationeel moeten worden voor de *bescherming van de zee*. De controlediensten moeten voldoende wettelijke bevoegdheid krijgen om de overtredingen op de bepalingen van het verdrag te sanctioneren. In België dient te worden gezocht naar een eenduidiger structureel Noordzeebeleid.

In het algemeen verdient het aanbeveling voldoende tijd te laten tussen de wijziging van de wetgeving en de inwerkingtreding ervan. De tussenperiode dient gebruikt te worden voor een ruime informatiecampagne naar de rechtsonderhorige toe, evenals naar allen die van overheidszijde betrokken zijn bij de toepassing van de nieuwe wetgeving.

Bijlage 1

Interuniversiteire Commissie voor de Herziening van het Milieurecht, inhoudstafel van het Kaderdecreet milieuhygiëne

I. Algemeen milieubeleid

Deel 1. Inleidende bepalingen

Titel 1. Doelstellingen
Titel 2. Begrippen
Titel 3. Samenwerking in internationaal en federaal verband

Deel 2. Administraties, gespecialiseerde instellingen en adviesorganen betrokken bij het milieubeleid

Titel 1. Overheidsorganen

Titel 2. Gespecialiseerde instellingen
Titel 3. Adviesorganen

Deel 3. Vrije toegang tot milieu-informatie

Enige titel. Vrije toegang tot milieu-informatie

Deel 4. Besluitvorming

Titel 1. Milieuplanning
Titel 2. Milieukwaliteitsnormen
Titel 3. Milieuhygiënische normen
Titel 4. Algemene, sectorale en integrale voorwaarden
Titel 5. Milieu-effect- en veiligheidsrapportering
Titel 6. Vergunningen en meldingsattesten
Titel 7. Milieubeleidsovereenkomsten

Deel 5. Economische en financiële instrumenten

Titel 1. Milieuheffingen
Titel 2. Milieusubsidies

Deel 6. Bedrijfsinterne milieuzorg

Enige titel. Bedrijfsinterne milieuzorg

Deel 7. Handhaving

Titel 1. Toezicht
Titel 2. Administratieve sancties
Titel 3. Strafsancties
Titel 4. Saneringsprojecten

Deel 8. Veiligheidsmaatregelen

Enige titel. Veiligheidsmaatregelen

Deel 9. Herstel van schade door milieuverontreiniging

Titel 1. Aansprakelijkheid en financiële zekerheden
Titel 2. Vergoeding van schade door het Vlaamse Gewest ten laste van het Fonds voor Preventie en Sanering inzake Leefmilieu en Natuur
Titel 3. Borgsommen
Titel 4. Waarborgkas Milieuschade

II. Sectoraal milieubeleid

Deel 10. Water

Deel 11. Bodem

Titel 1. Bodembescherming
Titel 2. Bodemsanering

Deel 12. Afvalstoffen

Deel 13. Geluid

Referenties

Het syntheseverslag is integraal gebaseerd op het wetenschappelijk verslag.

Begeleiders

R. Maenhaut, SIREV

E. Somers, Faculteit Rechten, RUG

K. Deketelaere, Instituut voor Milieurecht, KUL

V.2 Economische instrumenten

A Heffingen

A. Verbruggen, Universiteit Antwerpen
F. Temmerman, VMM

De aandacht voor economische instrumenten is in beleidskringen sterk toegenomen. Het Vlaams Regeerakkoord van 28 januari 1992 stelt: "De Executieve zal de bestaande milieuheffingen evalueren in functie van het preventieve karakter en het principe 'de vervuiler betaalt'. Op basis van deze evaluatie zal de Vlaamse Regering voorstellen formuleren met het oog op het regulerend effect.". Op 24 juni 1992 is een Stuurgroep Milieuheffingen opgericht, die zijn eindverslag aanbood op 4 juni 1993[1]. De bevindingen van het rapport zijn niet doorvertaald naar concrete beleidsinitiatieven.
Op federaal niveau is in het kader van het Sint-Michielsakkoord een uitgebreide wettekst opgemaakt over milieutaksen (Belgisch Staatsblad 20 juli 1993). De uitvoering van de wet wordt begeleid door een opvolgingscommissie. Begin 1994 heerst de grootste onduidelijkheid over deze taksen.
In veel industrielanden worden economische instrumenten steeds vaker ingezet bij de milieubeleidsvoering[2], vooral onder impuls van de OESO. De basisprincipes voor een ruimere toepassing van economische instrumenten zijn sterk ingebed in het Verdrag van de Europses Unie, zodat vanuit die hoek steeds actievere impulsen te verwachten zijn. Effectieve implementatie blijft nochtans moeilijk zoals de stremming van de CO_2-/energieheffing in de Europese Gemeenschap illustreert. In een context van internationale concurrentie werkt de beperking van de milieubeleidsbevoegdheid van supranationale organisaties zeer belemmerend, zeker ook voor de toepassing van economische instrumenten.

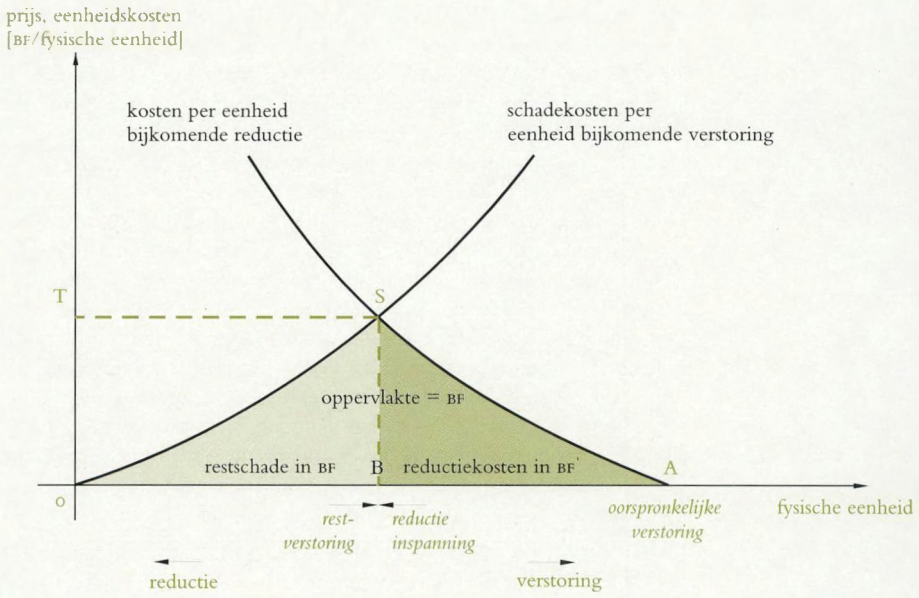
In deze bijdrage geven we een schets van het afwegingskader waarmee economen het milieuvraagstuk benaderen (1). Dan wordt het principe 'de vervuiler betaalt' toegelicht (2.1), met opgave van instrumenten om de diverse interpretaties ervan in werkelijkheid om te zetten (2.2). Vervolgens bespreken we de soorten heffingen (3). We ronden af met een beschrijving van de meest milieurelevante heffingen in Vlaanderen (4).

1 | Economisch denkkader

Milieuverstoring veroorzaakt maatschappelijk ongewenste gevolgen. In economische termen komt dit neer op kosten verbonden met de waargenomen schade. Bij een stijgende verstoring zullen de schadekosten veroorzaakt per eenheid bijkomende verstoring toenemen. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 1 door de oplopende

curve OS. Op de horizontale as staat een fysische maatstaf van milieuverstoring, bijvoorbeeld emissies in kg zwaveldioxide, en in tegengestelde zin wordt de reductie van de verstoring gemeten. Op de verticale as staan de kosten per eenheid verstoring of de kosten per eenheid reductie.
Een belangrijke moeilijkheid is het inschatten, met voldoende nauwkeurigheid, van de schadekosten van de milieuverstoring in financieel-economische termen. Men stoot hier op problemen van het vaststellen van de schadeverschijnselen zelf waarover dikwijls wetenschappelijke onzekerheid bestaat die slechts gedeeltelijk te verminderen is door meer studie. Veel verstoringsprocessen zijn onderling verweven zodat de oorzaken van specifieke schade moeilijk te identificeren zijn. Schade kan ook lange tijd verborgen blijven door het bufferend vermogen van de natuur of door het laattijdige besef bij de mensen (bv. zwaveldioxide werd al tientallen jaren op grote schaal uitgestoten voor verzuring als probleem werd gesteld). Na de omschrijving van de fysische schade moet nog een monetaire waardering ervan plaatsvinden. De economische theorie biedt hiervoor enkele technieken die geïllustreerd worden in
V.2C Economische waardering van milieuschade.

Figuur 1: Het economisch afwegingskader van het milieubeleid.



Als de schade te ernstig wordt geacht, zal men de verstoring in omvang beperken. Daartoe neemt men maatregelen van curatieve, brongerichte of procesgeïntegreerde aard, die meestal economische middelen vergen. Omdat in het begin de ingrepen eenvoudig en goedkoop zijn en omdat zeer lage verstoringsniveaus niet gemakkelijk bereikbaar zijn, worden de kosten per eenheid bijkomende reductie van de verstoring oplopend voorgesteld (curve AS in figuur 1). V.2B Voorbeelden van reductiekosten licht de inschatting van de reductiekosten van milieu-verstoringen toe.

Uit economisch oogpunt streeft men de laagste kosten na en dit komt overeen met punt B, afgeleid uit punt S waar bijkomende schade- en reductiekosten elkaar snijden. Deze situatie houdt in:

- de verstoring wordt gereduceerd over een afstand AB, en deze reductie vergt een financiële inspanning ABS;
- de resterende verstoring is gelijk aan OB, en deze veroorzaakt schadekosten ten bedrage van OBS;
- de totale maatschappelijke kosten, die bestaan uit de som van reductie- en van schadekosten, zijn het laagst bij verstoringsniveau B, en gelijk aan het bedrag OAS.

Bij meer verstoring dan OB zijn de extra schadekosten hoger dan de bespaarde reductiekosten, en vice versa, bij minder verstoring dan OB wegen de extra reductiekosten zwaarder dan de voorkomen schadekosten.

De economische benadering van het milieubeleid streeft er dus niet naar alle vervuiling te voorkomen, doch een optimaal vervuilingsniveau te bepalen door een afweging van de kosten (reductiekosten) en de baten (schadekosten) van een beleidsinterventie.

2 | Het principe 'de vervuiler betaalt'

Het principe 'de vervuiler betaalt' werd in 1972 door de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling) naar voren geschoven als het belangrijkste uitgangspunt voor het milieubeleid. Sinds 1987 is het een onderdeel van het Verdrag van Rome en wordt het door steeds meer overheden en doelgroepen onderschreven. Daarbij is de oorspronkelijke betekenis van het principe verruimd, zodat het nu een verschillende inhoud krijgt naargelang de context waarin het wordt benut en naargelang de oogmerken die het moet dienen.

2.1 | Betekenis van het principe 'de vervuiler betaalt'

Om deze betekenis te achterhalen, stellen we drie vragen: wat wordt er betaald? wie is de vervuiler? aan wie betaalt de vervuiler?

Wat wordt er betaald?

Hierover zijn twee opvattingen gangbaar, gebaseerd op een enge, respectievelijk ruime interpretatie van het principe 'de vervuiler betaalt'.
In de enge interpretatie moeten de vereiste economisch-financiële middelen voor de reductie van de vervuiling (oppervlakte ABS in figuur 1), opgebracht worden door de veroorzaker van de milieuverstoring zelf, zonder subsidies van de overheid. In 1972 had de OESO de bedoeling deze werkwijze te veralgemenen om concurrentievervalsing door subsidies tegen te gaan.
Voor de meeste verstoringen zal het niet mogelijk blijken alle schadelijke gevolgen te voorkomen. Er zal een restvervuiling blijven bestaan die schade en dus kosten veroorzaakt (oppervlakte OBS in figuur 1). Bij de ruime interpretatie van het principe zullen deze kosten ook ten laste worden van de veroorzaker. Voor de veroorzaker brengt dit dan een financiële uitgave mee van OAS, waarmee hij de volledige maatschappelijke kosten van zijn activiteit betaalt.
De toepassing van het ruimere principe stoot op twee moeilijkheden. Ten eerste is er de praktische moeilijkheid van een nauwkeurige inschatting van de schadekosten, en dus ook van de kosten van de restvervuiling (zie V.2C Economische waardering van milieuschade). Het tweede probleem is de beperkte doeltreffendheid van de toegepaste instrumenten om de juiste schadekosten te verhalen op de veroorzakers ervan (2.2).
Eensgezindheid over hetzij de enge, hetzij de ruime interpretatie van het principe bestaat er niet. Het is begrijpelijk dat de veroorzakers van de milieuverstoringen opteren voor de enge interpretatie, en dat wie schade ondervindt de ruime versie verkiest.

Wie is de vervuiler?

In 1 is aangestipt dat voor veel milieuverstoringen de identificatie van de veroorzakers bemoeilijkt wordt door de complexe verwevenheid van de processen en door buffering in de tijd. Afwenteling wordt in deze situatie gemakkelijker. Maar zelfs bij goed gekende processen stelt afwenteling problemen. Zo is een antwoord op de vraag wie de vervuilers zijn (of in welke mate ze verantwoordelijk zijn) binnen de economische ketens van producent-handelaar-consument niet eenduidig te geven. Is het de producent die een potentieel vervuilend produkt vervaardigt, is het de handelaar die dit produkt op de markt brengt, of is het de consument die dit produkt aankoopt?
Tot voor kort werd de vervuiling zonder veel vragen doorheen deze keten afgewenteld op de gemeenschap, die instond voor verwijdering en verwerking van bijvoorbeeld afvalstoffen en afvalwater. Nu wordt de aansprakelijkheid meer en meer opgeschoven naar het begin van de economische ketens. Deze evolutie is goed verdedigbaar omdat hoe hoger men ingrijpt in de economische piramide, hoe beter de lasten worden verspreid. Afwenteling van de top naar de basis gebeurt dan volgens economische wetmatigheden waardoor ieder niveau zijn economisch rechtmatig deel te dragen krijgt.

Aan wie betaalt de vervuiler?

Bij enge interpretatie van het principe 'de vervuiler betaalt' vinden er geen overdrachten plaats tussen de vervuiler en een schadelijdende partij, en betaalt de vervuiler enkel de reductiekosten. Bij de ruime interpretatie moet de schade van de restvervuiling worden vergoed. Dit kan op twee manieren.
Enerzijds, als de getroffen partij de vervuiler aansprakelijk stelt om de geleden schade vergoed te krijgen, en de rechtbanken bevestigen die eis, zal de vervuiler rechtstreeks betalen aan de eiser. Volgens deze procedure wordt geprobeerd de opgelopen schade nauwkeurig te bepalen door een individuele aanpak van de schadegevallen. Toch blijkt deze ideale oplossing voor de meeste milieuvraagstukken niet haalbaar vanwege de zeer hoge informatie- en transactiekosten.
Anderzijds treedt de overheid op als vertegenwoordiger van het gemeenschapsbelang. Soms zal ze dit belang verdedigen als eiser voor de rechtbanken in milieudossiers, maar in de praktijk toch vooral via wet- en regelgeving en via het sociaal en economisch instrumentarium. Om de vervuiler te doen betalen worden takssystemen gehanteerd waarbij de overheid incasseert. Dit incasso kan diverse doeleinden dienen, zoals:

- compensatiebetalingen aan de getroffenen van milieuvervuiling. Compensaties verhogen de economische rechtvaardigheid. Het bezwaar ertegen is dat de getroffenen minder aansporing ondervinden om zich van de vervuiling te vrijwaren.
- financiering van milieuprojecten. Deze bestemming verhoogt de aanvaardingsgraad voor taksen bij de bevolking, maar kan een dubbel negatief effect meebrengen. Ten eerste worden de taksen gericht op het vullen van financiële potten en niet op milieudoelsstellingen. Ten tweede geven gevulde potten snel aanleiding tot potverteren waarmee noch het milieu, noch de taksbetalende burger gediend zijn.
- spijzing van de overheidsfinanciën. Deze werkwijze strookt met de algemeenheidsregel van de belastingsbesteding, maar kan op weinig sympathie rekenen bij de betalende vervuilers en bij het grote publiek. Toch leveren de opbrengsten van de milieuheffingen soms een tweede voordeel op wanneer ze de verlaging van andere taksen (bv. op arbeid) mogelijk maken.

2.2 | Instrumenten voor realisatie van het principe 'de vervuiler betaalt'

De interpretatie - eng of ruim - van het principe beïnvloedt de keuze van de instru-

menten. Bij de enge interpretatie zijn er twee situaties. In de eerste situatie kan de vervuiler zelf de vervuiling reduceren (bv. een onderneming die processen kan wijzigen of zuiveringsinstallaties kan plaatsen). In dat geval volstaat een gepaste normstelling via wetten en vergunningen. De grote moeilijkheid hierbij is te bepalen welk niveau van vervuiling (vice versa van vervuilingsreductie) maatschappelijk wenselijk is voor iedere specifieke vervuiler. Dit zoekproces vereist veel informatie en wordt sterk beïnvloed door wat technologisch als mogelijk en financieel als redelijk wordt geacht door de vervuilende partij.
In de tweede situatie zijn individuele oplossingen voor het milieuprobleem technisch of economisch niet haalbaar, terwijl een collectieve aanpak dit wel is. De kosten van de collectieve oplossingen kunnen dan verhaald worden op de vervuilers. Dit gebeurt via contributies of retributies waarbij aan de veroorzakers van de verstoring een forfaitaire, respectievelijk een berekende bijdrage wordt gevraagd voor het dekken van de gezamenlijke kosten.

Als de overheid ook de kosten van de restvervuiling door de vervuiler wil laten betalen, kunnen een aantal geselecteerde economische instrumenten worden ingezet om betalingen op te leggen aan milieuschadelijk of potentieel schadelijk gedrag. Hoofdrolspelers in deze selectie zijn taksen of heffingen in diverse vormen. Als een uniforme taks per eenheid vervuiling wordt uitgevaardigd van bijvoorbeeld hoogte OT in figuur 1, dan wordt de vervuiler sterk aangespoord om een reductie-inspanning van omvang AB te leveren. Op de restvervuiling blijft een taksbedrag van OT per eenheid verschuldigd of in totaal een som OTSB. Hierdoor is er een betaling van OTS extra bovenop de restschade van OBS. Deze overbetaling is er niet als hetzij de schadekosten per eenheid bijkomende vervuiling constant zijn (een horizontale lijn in figuur 1) en de taks gelijk wordt gesteld aan deze constante, hetzij progressieve taksvoeten worden uitgewerkt volgens de opklimmende lijn OS in figuur 1. Hetzelfde effect kan verkregen worden door de veroorzakers van de verstoring volledig aansprakelijk te stellen voor de schade van hun handelen, waardoor in bepaalde gevallen het evenwicht OS wordt bereikt en waarbij in principe de exacte schadekosten worden gedekt. Dergelijke regelingen krijgen in toenemende mate aandacht in Europa. Een veralgemeende toepassing ervan veroorzaakt hoge juridische kosten.
Een systeem van verhandelbare vervuilingsrechten, waarbij deze rechten eenmalig of herhaaldelijk worden geveild aan de vervuilers binnen een bepaald gebied of binnen een bepaalde sector, komen neer op een financiële situatie die vergelijkbaar is met het invoeren van uniforme taksen.

3 | Soorten Heffingen

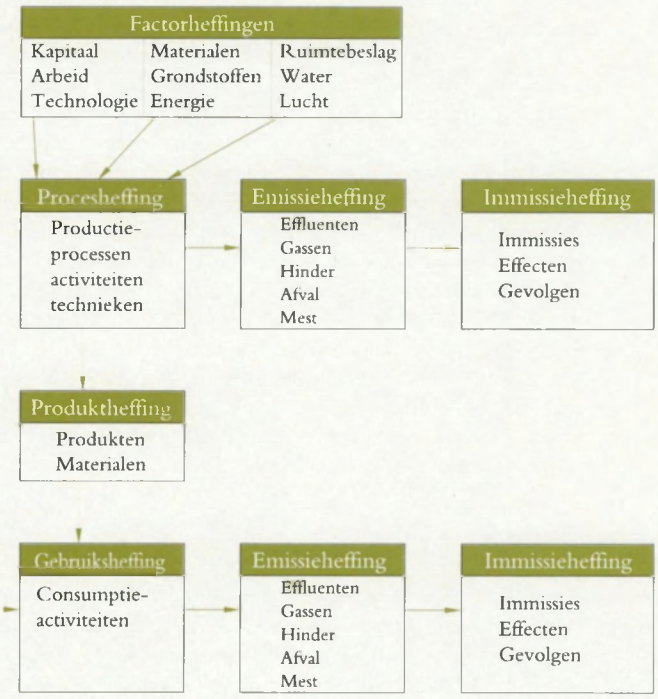
Een heffing bestaat uit een heffingsbasis (de grondslag) en een heffingsvoet (de aanslag). De basis moet goed omschreven zijn en gemakkelijk te meten (bv. om ontduiking te voorkomen). Om effect te sorteren, moet de voet van een heffing hoog genoeg worden gesteld. Figuur 2 deelt de heffingen in naar hun basis en gekoppeld aan hun plaats in een economisch stroomschema.

Factorheffing. Bovenaan figuur 2 hebben we naast de klassieke economische produktiefactoren (kapitaal, arbeid,...) ook de milieufactoren (water, lucht,...) vermeld. Er bestaan al factorheffingen voor bijvoorbeeld arbeid en energie, maar nog niet voor bijvoorbeeld lucht. De produktiefactoren vormen een goede heffingsbasis want ze zijn goed meetbaar en hun prijzen (inclusief heffingen) determineren in hoge mate het uitzicht van de economie en dus van de maatschappij. Goedkope olie heeft bijvoorbeeld decentralisatie van activiteiten gekoppeld aan intensieve verkeers- en vervoersstromen mogelijk gemaakt. Factorheffingen grijpen in aan het begin van de economische ketens en de effecten ervan worden via economische wetmatigheden ver-

werkt. Het zijn hefbomen om de economie in een meer milieuvriendelijke richting te sturen, en ze werken door tot aan de uiteinden ervan. Dure olie zal leiden tot betere technieken, een andere omgang met de open ruimte, andersoortige verpakkingen, enz..
De factorprijzen komen mondiaal tot stand (bv. kapitaal, grondstoffen), en worden op federaal vlak gestroomlijnd (bv. energie). Vlaanderen kan enkel de niet of moeilijk verhandelbare factoren aan een eigen beleid onderwerpen. Het bedrijfsleven staat erop dat de produktiefactoren zo goedkoop mogelijk worden aangeleverd, en dat de prijzen minstens in verhouding staan tot die door de concurrenten te dragen. Vandaar dat dergelijke heffingen het best in te voeren zijn in internationaal en op zijn minst in Europees verband.

Procesheffing. De bemoeienis van het milieubeleid met produktieprocessen, technieken en activiteiten verloopt vooral via normstelling en via gebods- of verbodsbepalingen. Procesheffingen (bv. verkeersbelasting of auto-PK-taks) zijn gemakkelijk te innen, maar slechts in een aantal gevallen effectief voor het bereiken van milieudoelstellingen.

Figuur 2: Overzicht van de soorten milieuheffingen aan de hand van een economisch-ecologisch stroomschema.



Produktheffing. Taksen op produkten en materialen zijn een veralgemeend verschijnsel (cfr. BTW, accijnzen, luxetaks). De taksvoeten worden gedifferentieerd naar de aard van de produkten en materialen (de grondslag) in het nastreven van bepaalde doelstellingen. Voor de milieudoelstelling is het nodig milieuschadelijke of potentieel schadelijke produkten zwaarder te belasten dan andere. Maar de bepaling door middel van een levenscyclusanalyse van de graad van schadelijkheid is geen eenvoudige klus, omdat een produkt met talloze verbindingen in het economisch weefsel vastzit.

De perikelen rond de Belgische eco-taks illustreren dit.

Gebruiksheffing. Deze vorm is nauw verwant met de voorgaande. Tolheffingen en toegangsprijzen zijn voorbeelden om bepaalde consumptie-activiteiten te belasten.

Emissieheffing. De grondslag is een gemeten of geschatte hoeveelheid afvalwater, gasvormige emissies, vormen van hinder, enz.. Ook afvalstoffen en mest worden hieronder gerangschikt. Door de emissieheffing wordt de vervuiler aangespoord de vervuiling te reduceren, en dient hij te betalen voor de restvervuiling (2.2).
Emissieheffingen staan buiten het normale fiscale stelsel. Ze vallen onder de bevoegdheid van het gewest en de opbrengsten krijgen een milieubestemming via het MINA-fonds. Emissies betrouwbaar meten en factureren kan zo omslachtig zijn dat men zijn toevlucht neemt tot benaderende methoden zoals steekproefstalen of de belasting op een stroom waarmee de emissies samenhangen (bv. het zwavelgehalte van brandstoffen bij rookgasemissies of het verbuik van drinkwater bij de lozing van afvalwaters door de huishoudens).

Immissieheffing. Deze vorm van heffing is weinig verspreid. Als voorbeeld zou men de heffing op reclamepanelen als betaling voor visuele hinder kunnen nemen. Nauw verwant met de immissieheffing is de schadeclaim. Hiermee worden aansprakelijkheids- en verzekeringsregelingen bedoeld die garanderen dat de vervuilers de veroorzaakte schade daadwerkelijk betalen. Vooral voor accidentele milieuverstoring en voor moeilijk inschatbare risico's zijn deze regelingen nuttig. Ze dwingen tot reflectie over de potentiële verstoringen van de geplande activiteiten in een vroeg stadium zodat een voorkomingsbeleid meer kansen krijgt.

Een doordacht stelsel van milieuheffingen zal voor ieder vraagstuk de meest geschikte grondslag kiezen. Milieuheffingen bezitten aansporings- en financieringseffecten, die elkaar kunnen tegenwerken of versterken. Als bijvoorbeeld een produkt volledig uit de markt zou worden geprijsd of wanneer bijvoorbeeld de emissie tot nul zou worden herleid, heeft het aansporingseffect het financieringseffect volledig verdrongen. Bij heffingen op produktiefactoren zoals energie zullen de aansporings- en financieringseffecten elkaar versterken.
Heffingen zijn aan kritiek onderhevig vanwege vastgestelde of veronderstelde negatieve gevolgen voor de sociale rechtvaardigheid. Door heffingen zouden de rijkere delen van de bevolking een vrijbrief krijgen om te vervuilen en de armere delen van de bevolking zouden moeten inleveren. Dit is niet noodzakelijk zo voor alle heffingen maar bij de uitwerking ervan moet aan de verdelingseffecten wel expliciet aandacht worden besteed (zie V.2D Verdelingseffecten van heffingen).
Even positief als het effect van heffingen is het effect van de afbraak van bestaande mechanismen die milieuschadelijk gedrag subsidiëren, zoals bijvoorbeeld de fiscale aftrekbaarheid van autokosten.

4 | Heffingen in Vlaanderen

Naast heffingen zoals op het afvalwater die ingesteld zijn omwille van milieuredenen, worden bestaande heffingen zoals op autobezit en brandstoffen nu meer in een milieucontext geplaatst.

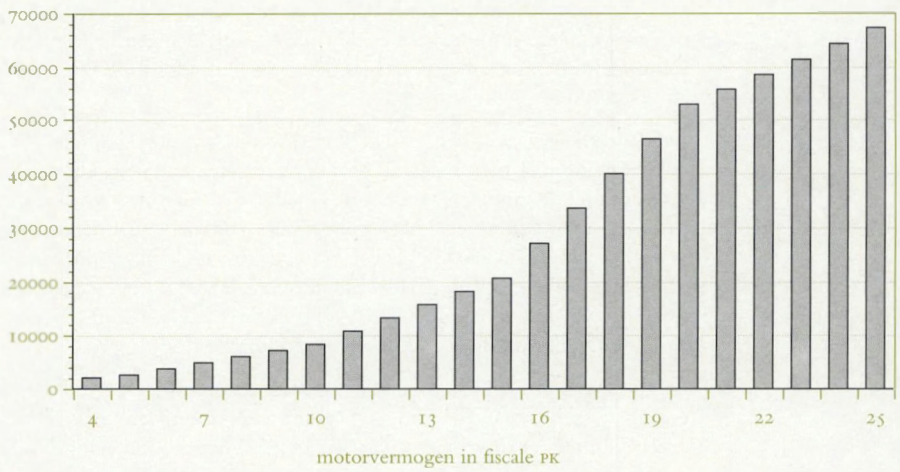
4.1 | Heffingen op autobezit en autobrandstoffen

De huidige taksen op het bezit en op het gebruik van personenwagens vormen het vertrekpunt van alle voorstellen inzake fiscaliteit om het autoverkeer terug te dringen. Een voorstel van variabilisatie van de autokosten komt bijvoorbeeld neer op een omzetting van de taksen op autobezit (verkeersbelasting) naar taksen op autogebruik (accijnzen op autobrandstoffen).

Verkeersbelasting of auto-PK-taks

De auto-PK-taks is een directe belasting en kan beschouwd worden als een *proces-heffing* op het autobezit. De federale overheid int deze taks bij de voertuigbezitters. Het heffingstarief voor personenwagens stijgt variabel met het aantal fiscale PK's berekend uit de cylinderinhoud van de wagen (figuur 3). Het heffingstarief voor vrachtwagens varieert met het tarragewicht.

Figuur 3: Jaarlijkse taks op bezit van personenwagens in functie van het motorvermogen (in 1994).



Bron: COMAUBEL, 1994.

De evolutie van de nominale toename in auto-PK-taksopbrengsten met 40 % over de periode 1986-1992 (tabel 1) is te verklaren door de indexering van de heffingstarieven, een toename van het wagenpark met 20 % en een toename van het gemiddelde vermogen van de personenwagen.

Tabel 1: Opbrengsten uit auto-PK-taks en opbrengsten uit de accijns op autobrandstoffen (in mio BF van het jaar van aanslag).

Jaar	PK-taks personen wagens	Verandering tov. vorig jaar in %	Accijnzen op benzine[a] met lood	zonder lood	Accijnzen gasolie wegvervoer	Totaal accijnzen autobrandstof	Verandering tov. vorig jaar in %
1985	..			39 947	13 451	53 399	
1986	20 822			41 609	14 922	56 531	5,9
1987	21 450	3,0		44 133	16 478	60 611	7,2
1988	22 100	3,0		44 524	17 649	62 173	2,6
1989	22 750	2,9	41 414	6 089	22 607	70 110	12,8
1990	24 000	5,5	39 789	11 346	29 968	81 104	15,7
1991	27 500	14,6	36 980	16 609	32 772	86 360	6,5
1992	29 049	5,6	35 965	24 236	41 602	101 803	17,9
1993	..		31 220	31 995	45 004	108 220	6,3

[a] *De heffingstarieven van benzine met lood en zonder lood verschillen pas vanaf 1989.*

Bron: BPF, Febiac, 1994.

Accijnzen op autobrandstoffen

Accijnzen op autobrandstoffen zijn indirecte belastingsinkomsten voor de federale overheid. Zij kunnen samen met de BTW op de verkoopprijs als *produktheffingen* op aardolieprodukten worden beschouwd. De federale overheid legt de heffingstarieven per produkteenheid vast. Zij int de accijnzen bij de oliemaatschappijen. Vanaf 1989 werd benzine zonder lood lager getarifeerd dan benzine met lood. Diesel wordt nog lager getarifeerd. LPG valt onder geen tarief meer. Het aandeel van de accijnzen in de verkoopprijs bedraagt (per 1/8/93) ongeveer 54 % voor benzine met lood, ongeveer 51 % voor benzines zonder lood en ongeveer 45 % voor diesel.

De opbrengsten aan accijnzen op autobrandstoffen zijn in de periode 1985-93 nominaal meer dan verdubbeld (tabel 1). Deze toename bedraagt 15,4 % tot 1988 en is - bij constante tarieven - enkel veroorzaakt door het gestegen verbruik (zie II.8 Verkeer en vervoer). Vanaf 1989 zijn de toename van verbruik en de tariefverhoging verantwoordelijk voor deze inkomstenstijging met nog eens 78 %. Het tarief voor benzine met lood steeg sterker dan de tarieven voor benzine zonder lood en diesel. Dit zette aan tot overschakeling in verbruik van benzine met lood op de goedkopere benzine zonder lood en diesel, zodat de accijnsopbrengsten van deze laatste twee sterker toenamen dan van benzine met lood. Dit illustreert de kracht van het instrument 'heffingen'.

4.2 | Emissieheffingen in het Vlaamse Gewest

Afvalheffing

Het huidige heffingsstelsel dateert van 20 december 1989. Enkel de stortplaatsen en de verbrandingsovens moeten heffingen betalen. Zo wordt de bevordering van recyclage en recuperatie van de afvalstoffen beoogd. Het verschil in de heffingstarieven naargelang de aard van de afvalstof en de verwerkingswijze poogt minder schadelijke verwerkingswijzen te stimuleren (tabel 2)[4]. De tariefverhogingen van 1990 en 1993 beogen het afvalverwijderingsgedrag te reguleren. Hun financieringseffect is af te leiden uit de evolutie in de afvalheffingsopbrengsten (tabel 3). Voor 1994 werden de tarieven aan de inflatie aangepast met 2,5 %. Zij zijn voortaan gekoppeld aan de index van de consumptieprijzen[5].

Het financieringseffect van de tariefverhogingen in 1993 werd deels gecompenseerd door een verlaging met ruim 19 % van de hoeveelheid verwijderd afval tegenover 1992. De creatie van prijsvoordelige substitutiemogelijkheden door verfijning van de tariefposten beoogt het afvalverwerkingsgedrag te reguleren en compenseert het financieringseffect van de tariefverhogingen. De tariefposten werden verfijnd naar productieproces, recyclageresidu's, rookgasreiniging, energie- en grondstoffenrecuperatie. Het is echter nog te vroeg om conclusies over een blijvend regulerend effect te trekken.

Afvalwaterheffing

Alle waterverbruikers en waterlozers betalen sinds aanslagjaar 1991 een heffingstarief van 600 BF per vuilingseenheid (VE), met een minimum van 300 BF voor hun totale vuilvracht. Bij de berekening van de vuilvracht wordt een onderscheid gemaakt tussen kleinverbruik en grootverbruik. Voor kleinverbruikers wordt de vuilvracht berekend aan de hand van het jaarlijks waterverbruik. Voor grootverbruikers wordt bijkomend rekening gehouden met de vervuilende componenten, het seizoenskarakter en het onderscheid tussen lozen in riool of in oppervlaktewater[6].

Tabel 2: Heffingstarieven voor huishoudelijke afvalstoffen naar diverse verwerkingswijze enerzijds, en voor diverse afvalsoorten naar de verwerkingswijze 'storten' anderzijds in 1994.

Huishoudelijke afvalstoffen naar verwerkingswijze	Tarief in BF/ton	Aard van de stortplaats / Afvalsoort	Tarief in BF/ton
Storten:		Vergunde stortplaats:	
• op vergunde stortplaats	615	• industriële afvalstoffen	1 538
• op monostortplaats	615	• huishoudelijke afvalstoffen	615
Verbranding:		• recyclageresidu's: glas kunststof, roestvrij staal	103
• zonder rookgasreiniging zonder energierecuperatie	308	• recyclageresidu's: papier en karton	31
• met rookgasreiniging zonder energierecuperatie	257	Monostortplaats:	
• zonder rookgasreiniging met energierecuperatie	257	• huishoudelijke afvalstoffen	615
• met rookgasreiniging met energierecuperatie	154	• afvalstoffen met vrije asbestvezels	615
Ophaling om te storten of verbranden in ander gewest	615	• afvalstoffen met gebonden asbestvezels	359
		• ijzeroxide afvalstoffen van de zinkproduktie	154

Bron: OVAM,1994.

De grote toename in heffingsopbrengsten in 1990 en 1991 werd veroorzaakt door de verhoging van het heffingstarief van 191 BF tot 447 BF per inwonerequivalent (IE) in 1990 en tot 600 BF per VE in 1991. Ondanks de toenmalig geplande optrekking tot 1 250 BF per VE in 1995 om het regulerend effect te verhogen, bleef het tarief constant tot begin 1993. Voor 1994 werd het tarief aan de inflatie aangepast met 2,5 %. Zij zijn voortaan gekoppeld aan de index van de consumptieprijzen.

De invoering van het huidige heffingsstelsel wijzigde de aandelen van de huishoudens en industrie in de heffingsopbrengsten. Vóór 1991 was dat aandeel van de huishoudens ongeveer 80 % en dat van de industrie ongeveer 20 %. In 1991 bedroegen deze aandelen 58 % respectievelijk 42 %. In 1992 en 1993 steeg het aandeel van de industrie tot ongeveer 60 %.

Tabel 3: Opbrengsten van de Vlaamse emissieheffingen (in miljoen BF in het jaar van aanslag).

	Heffing afval	Jaarlijkse % verandering	Heffing afvalwater	Jaarlijkse % verandering	Heffing mest	Jaarlijkse % verandering
1985	.		842,2		.	
1986	.		1 083,0	28,6	.	
1987	55,2		1 246,6	15,1	.	
1988	205,5	272,3	1 215,8	-2,5	.	
1989	217,5	5,8	1 347,2	10,8	.	
1990	1 713,5	687,7	3 102,6	130,3	.	
1991	1 663,1	-2,9	4 409,1	42,1	96,1	
1992	1 787,2[a]	7,5	5 241,6	18,9	129,7	35,0
1993	2 169,7[a]	21,4	5 313,6	1,4	130,0	0,2

[a] *Voorlopige bedragen.*

Bron: OVAM, VMM, VLM,1994.

Mestheffing

Sinds 1991 worden de mestoverschotten belast krachtens het Mestdecreet. Er bestaan drie soorten heffingen: de getrapte basisheffing op mestoverschot, de basisheffing op mestoverschot door invoer en de afzetheffing. Het doel van de heffingen is in de eerste plaats financiering van de kosten (incl. de investeringskosten) van de Mestbank. De voornaamste uitgaven zijn de personeelskosten. Wegens de lage inkomsten uit de heffingen (tabel 3) konden nog geen toelagen verleend worden voor de bouw van mestopslagcapaciteiten of voor initiatieven voor mestverwerking.

De Vlaamse overheid keurde op 29 september 1993 het Mestactieplan (MAP) goed. Hierin stelt zij met het oog op het regulerend effect een nieuw heffingstelsel voor: een getrapte overschotsheffing met een zware trap boven de leefbaarheidsgrens en reducties voor verwerking en export van het eigen overschot[7] (zie V.2B Voorbeelden van reductiekosten). Tegelijkertijd wil zij over voldoende inkomsten beschikken om de Mestbank al haar taken optimaal te laten vervullen.

4.3 | MINA-fonds

Het MINA-fonds werd opgericht om de opbrengsten van de milieuheffingen een milieubestemming te geven en om een expansief investeringsbeleid in de sector waterzuivering en afvalverwerking te financieren. Het MINA-fonds betrok in 1991 en 1992 voor ruim 75 % zijn inkomsten uit de afvalstoffen- en afvalwaterheffingen (tabel 4). De prognose van de toekomstige inkomsten van het MINA-fonds leert dat dit aandeel geleidelijk zal zakken tot ongeveer 35 % in 1998. De dotatie van de Vlaamse Gemeenschap uit de jaarlijkse begroting zal sterk aan belang winnen.

Tabel 4: Inkomsten MINA-fonds 1991-92 (in miljoen BF van het vermelde jaar) en prognose voor 1994-98 (in miljoen BF van het jaar 1994).

Jaar	Totaal[a]		Afvalheffing		Afvalwater-heffing		Mestheffing		Dotatie Vl. Gemeenschap		Overige	
	Mio BF	%	Mio BF	%	Mio BF	%	Mio BF	%	Mio BF	%	Mio BF	%
1991	5 166	100	1 646	32	2 293	44	0	0	1 022	20	205	4
1992	5 150	100	1 498	29	2 595	50	87	2	553	11	417	8
1994	14 184	100	2 600	18	6 541	46	134	1	4 100	29	809	6
1995	19 140	100	2 600	14	4 994	26	134	1	10 762	56	650	3
1996	19 357	100	2 600	13	4 823	25	134	1	11 155	58	645	3
1997	20 930	100	2 600	12	4 800	23	134	1	12 719	61	677	3
1998	22 132	100	2 600	12	4 785	22	134	1	13 853	63	760	3

[a] *na verrekening van transfers.*

Bron: MINA-fonds, 1994.

Referenties

1 Stuurgroep Milieuheffingen, Het Gebruik van Milieuheffingen en Andere Economische Instrumenten in Functie van Vooropgestelde Milieudoelstellingen in een Lange Termijnstrategie, juni 1993.

2 OECD, Taxation and the Environment. Complementary Policies, Paris, 1993.

3 Opschoor J. B., Vos H. B., Economic Instruments for Environmental Protection, OECD, Paris, 1989.

4 Haemels G., *Milieurechtsstandpunten*, De milieuheffing op vaste afvalstoffen in Vlaanderen, LeuVeM, die keure, 1992, 87.

5 *Milieukrant*, jaargang 5 (3), (1994), 4.

6 Heyman J., *Milieurechtsstandpunten*, Raakvlakken tussen fiscaal recht en milieurecht:

de heffingen op de waterverontreiniging, LeuVeM, die keure, 1992, 43.

7 De Batselier N., Vlaams minister van Leefmilieu en huisvesting, Mestactieplan, Mestbank (VLM), Brussel, 1993.

Begeleiders

J. Couder, Studiecentrum Technologie, Energie en Milieu v.z.w.

J. Delbeke, CEG

S. Proost, Centrum voor Economische Studies, KUL

R. Maenhaut, SIREV

B Voorbeelden van reductiekosten

L. De Nocker, Economics for Environmental Protection bvba
J. Jantzen, Instituut voor Toegepaste Milieu-economie

Informatie over de kosten van maatregelen om de milieuverstoring te vermijden of te verminderen is nuttig om drie redenen. Ten eerste helpt het de goedkoopste maatregelen te selecteren. Ten tweede laat het toe om de impact van milieuheffingen op emissies of milieuverstoring in te schatten. Ten derde draagt deze informatie bij tot een cijfermatige basis voor het maatschappelijke en politieke debat over de kosten en baten van het milieubeleid.

De vergelijking van de kosten van verschillende milieumaatregelen moet steunen op systematisch verzamelde en vergelijkbare gegevens. Er is onvoldoende informatie voorhanden om voor Vlaanderen de kosten in te schatten van alle maatregelen voor de hele milieuproblematiek. Daarom beperken we ons in dit hoofdstuk tot twee concrete milieuproblemen.

In punt 1 bestuderen we de maatregelen voor de reductie van industriële lozingen op oppervlaktewater en op riool aan de hand van marginale kostencurven. De analyse is opgesplitst voor de lozingen van zuurstofbindende stoffen, nitraat, fosfaat en zware metalen. In punt 2 evalueren we de kosten van maatregelen voor de reductie en verwijdering van mestoverschotten in de landbouw. Deze gevalstudies illustreren zowel het nut als de grenzen van het inschatten van de kosten van milieumaatregelen.

1 | Reductiekosten van industriële waterlozingen

1.1 | De opbouw en de interpretatie van marginale kostencurven

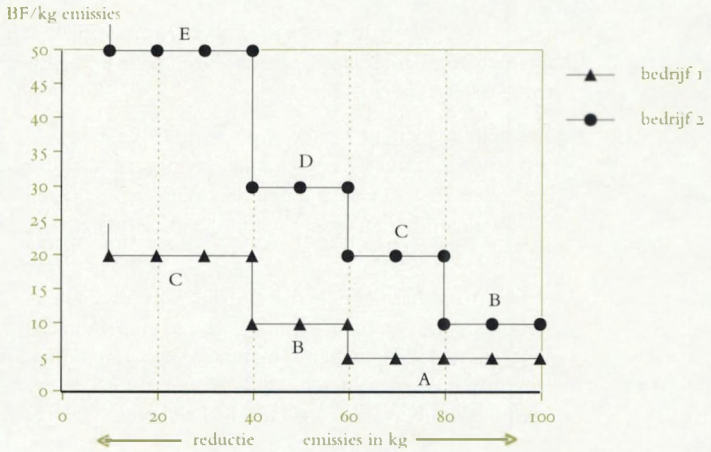
De analyse van de kosten van de maatregelen om industriële lozingen te verminderen, gebeurt aan de hand van marginale kostencurven. Een marginale kostencurve toont voor een bepaald emissiereductiepercentage de kosten per eenheid bijkomende reductie (zie figuur 1 in V.2A Heffingen). Naarmate het reductiepercentage stijgt, nemen ook de marginale kosten toe omdat men op steeds duurdere technieken beroep moet doen om de emissies verder te reduceren.

Figuur 1 toont hoe de marginale kostencurve wordt opgebouwd. Het verloop van deze kostencurve wordt bepaald door twee factoren : de kostprijs en het reductiepotentieel van de verschillende maatregelen. Door het gebruik van de goedkope maatregel A kan bedrijf 1 zijn emissies reduceren van 100 kg tot 60 kg tegen een prijs van 5 BF/kg. Voor een verdere emissiereductie met 20 kg moet het de duurdere techniek B tegen 10 BF/kg inschakelen. Bedrijf 2 kan echter geen beroep doen op maatregel A en kan B maar beperkt toepassen (bv. vanwege specifieke proceskenmerken). Een bedrijf dat goedkopere maatregelen kan inzetten, heeft dus een lagere marginale kostencurve en lagere totale kosten. Deze marginale kostencurven voor alle bedrijven in een sector/in Vlaanderen kan men optellen tot de marginale kostencurve voor de sector/voor Vlaanderen. De marginale kostencurve helpt bij het selecteren van de goedkoopste maatregelen.

Op de marginale kostencurve kunnen we ook de impact van emissieheffingen op de emissies aflezen. Een bedrijf streeft naar minimalisatie van zijn kosten en zal dus zijn emissies reduceren tot de marginale kostprijs van de maatregelen gelijk is aan de heffing. Vanaf het punt dat bijkomende reductie per kg emissie duurder is dan het betalen van de heffing zal het verkiezen om de heffing te betalen. Bij een emissieheffing van 7 BF/kg zal bedrijf 1 via maatregel A zijn emissies met 40 kg verminderen

terwijl bedrijf 2 geen maatregelen zal nemen. Bij een heffing van 25 BF/kg zullen beide bedrijven maatregelen A, B en C nemen. In de praktijk spelen er nog tal van andere factoren een rol zoals verwachte evolutie van regulering en heffing, informatie, enz.. Toch geven berekeningen gebaseerd op deze veronderstelling een indicatie van de potentiële impact van heffingen op de emissies.

Figuur 1: Marginale kostencurve voor de reductie van emissies van 2 bedrijven.



A,B,C,D,E = maatregelen voor reductie van de emissies.

1.2 | Data, methodologie en beperkingen

Om de marginale kostencurven te schatten, is er informatie nodig over de huidige emissies per bedrijf, over eventueel reeds genomen maatregelen en over maatregelen die nog genomen kunnen worden. We bespreken nu kort de bronnen en werkwijze die voor deze analyse werden gebruikt[1].

Emissiegegevens

De emissiegegevens zijn ontleend aan de emissie-inventaris van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) voor 1992. Jaarlijks inventariseert de VMM de emissies bij een 900-tal prioritair geachte bedrijven. Op basis van afvalwatermonsters geeft de inventaris informatie over het debiet van de lozing en de concentraties aan vervuilende stoffen : zuurstofbindende stoffen, fosfaat, nitraat en zware metalen. Zo konden we voor 1992 de vuilvrachten van 696 bedrijven berekenen. Deze bedrijven vertegenwoordigen naar schatting 90 % van de industriële lozingen in Vlaanderen[2].

Selectie van maatregelen om emissies te reduceren

De emissiegegevens per bedrijf werden gekoppeld aan het MOSES-model van het instituut voor Toegepaste Milieueconomie (TME). Dit model bevat een 200-tal verschillende maatregelen om lozingen van zuurstofbindende stoffen, nitraat (N), fosfaat (P), en zware metalen (ZM) te reduceren via preventie of via zuivering van afvalwater.

Een eerste groep maatregelen zijn procesgeïntegreerde maatregelen zoals bijvoorbeeld 'good-housekeeping' of recyclage van afvalwaters. 'Good-housekeeping' bevat niet nader bepaalde relatief kleine ingrepen in het produktieproces en beleidsmaatregelen op bedrijfsniveau. Ten tweede onderscheidt het MOSES-model een gehele reeks van concrete technologieën voor afvalwaterzuivering. De kosten zijn jaarlijkse kosten en bevatten de jaarlijkse afschrijving van de investeringen en de werkingskosten (personeel, energie e.a.).

Op basis van de sectoriële kenmerken en de emissiegegevens schat het model per bedrijf welke maatregelen genomen kunnen worden om de emissies (zo goedkoop mogelijk) te verminderen. Op die wijze kan men de marginale kostencurven berekenen voor een sector of de hele industrie. Ten tweede wordt het model gebruikt om de impact van emissieheffingen te becijferen. Het model selecteert per bedrijf die maatregelen waarvan de reductiekosten lager zijn dan de heffing per emissie-eenheid.

Inschatting van genomen maatregelen en 'initiële emissies'

Op basis van de emissiegegevens en de sector schatten we in welke maatregelen de bedrijven reeds genomen hebben en wat de oorspronkelijke of initiële vuilvrachten waren. Als bijvoorbeeld uit de emissiegegevens blijkt dat bedrijf 1 uit figuur 1 60 kg loost en het maatregel A reeds heeft genomen, rekenen we terug dat de 'initiële vuilvracht' 100 kg bedroeg.

Volgens onze inschatting zou één derde van de bedrijven uit de emissie-inventaris in 1992 reeds belangrijke maatregelen genomen hebben (BMM). We moeten hen daarom onderscheiden van bedrijven die nog nauwelijks maatregelen namen (BZM).

Beperkingen van data en berekeningswijze

De emissiegegevens, de maatregelen en berekeningswijzen zijn enkel een benadering van de complexe realiteit vanwege een aantal beperkingen:

- De emissiegegevens zijn gebaseerd op meetcampagnes van korte duur gedurende de 'maand van hoogste activiteit' en worden geëxtrapoleerd naar jaarlijkse vuilvrachten. Zij betreffen naar schatting 90 % van de emissies van de Vlaamse industrie. Met de resterende vuilvrachten van een groot aantal kleine lozingsbronnen werd geen rekening gehouden.
- We veronderstellen dat geen enkel bedrijf nog in riolen mag lozen en zelf moet instaan voor de zuivering van zijn afvalwater.
- De beschouwde maatregelen zijn algemene procesgeïntegreerde maatregelen of gekende toegevoegde milieu-technologie. Specifieke procesgeïntegreerde maatregelen per bedrijf zoals verandering van produktieprocessen of wezenlijke veranderingen van de produkten kunnen in deze benadering niet worden meegenomen.
- De kostengegevens uit het model zijn voornamelijk gebaseerd op Nederlandse cijfers. Alhoewel de ervaring leert dat zij ook voor andere landen goede gemiddelde inschattingen geven, houden zij geen rekening met mogelijke specifieke situaties voor Vlaanderen.
- Er zijn geen systematische gegevens voorhanden over de reeds genomen maatregelen door de Vlaamse industrie zodat we moesten werken met een inschatting door het model.
- De meeste maatregelen reduceren tegelijkertijd de emissies van zuurstofbindende stoffen, fosfaten, nitraten en zware metalen. De kosten worden evenwel slechts toegerekend aan de reductie van zuurstofbindende stoffen. Bijgevolg zijn de kosten voor reductie van zuurstofbindende stoffen overschat en die voor de andere stoffen onderschat. Er bestaat evenwel geen methode om de verschillende stoffen op te tellen tot één gemeenschappelijke noemer.
- Deze methode houdt alleen rekening met de omvang van de emissies maar niet met de afhankelijkheid van de emissie-impact op het leefmilieu van lokale situaties (bv. kenmerken van het ontvangende water).
- Er is geen rekening gehouden met de gevolgen van de maatregelen op andere milieucompartimenten, zoals bijvoorbeeld het neerslaan van zware metalen naar het zuiveringsslib. Procesgeïntegreerde maatregelen daarentegen hebben vaak positieve neveneffecten zoals minder gebruik van water of energie.
- Bij de berekening van de impact van heffingen gaan we ervan uit dat elk bedrijf economisch rationeel handelt: de emissies reduceren totdat de marginale reductiekost

gelijk is aan de heffing per emissie-eenheid. In de praktijk spelen echter nog andere factoren mee (1.1).

1.3 | Marginale kostencurven voor reductie van CZV-lozingen

Omvang van de lozingen

Er bestaan verschillende parameters om de lozing van zuurstofbindende stoffen te kwantificeren (zie III.6 Waterverontreiniging). Voor het berekenen van de kosten en de impact van de maatregelen gebruiken we de chemische zuurstofvraag (CZV).

We schatten dat 70 % van de oorspronkelijke intiële vuilvracht reeds gezuiverd is (tabel 1). De bedrijven met maatregelen (één derde van het totaal aantal bedrijven) waren verantwoordelijk waren voor 75 % van de initiële vuilvracht en hebben die reeds met 94 % gereduceerd. De gemeten lozingen in 1992 bedroegen 91 000 ton CZV. We schatten dat bedrijven die nog geen maatregelen hebben genomen hierin een aandeel van 86 % hebben.

Tabel 1: Initiële vuilvracht en geloosde vuilvracht in 1992 van zuurstofbindende stoffen (CZV) (in 1 000 ton per jaar) van bedrijven met (BMM) en zonder (BZM) genomen maatregelen.

	BMM	BZM	Totaal
Initiële vuilvracht	225	78	303
Lozingen 1992	13	78	91
%-reductie tot 1992	94	0	70
%-aandeel in vuilvracht 1992	14	86	100
Aantal bedrijven	255	441	696

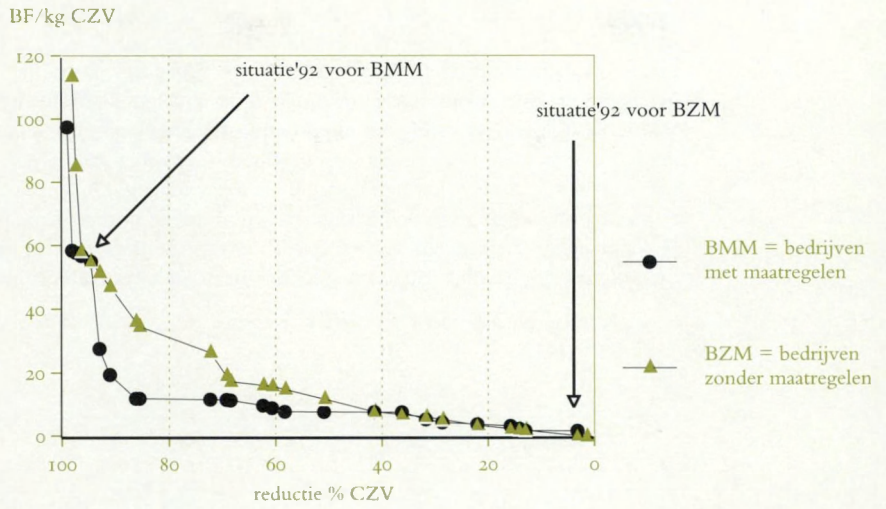
Bron : emissie-inventaris VMM, 1992 en eigen berekeningen.

Marginale kostencurven

Figuur 2 toont de marginale kostencurven voor de reductie van de lozingen van zuurstofbindende stoffen door de Vlaamse industrie . Deze kostencurven geven voor een bepaald emissiereductiepercentage aan hoeveel het kost om deze lozingen bijkomend met één procent te verminderen. We maken een onderscheid tussen bedrijven die reeds belangrijke maatregelen hebben genomen en bedrijven die er nog geen hebben genomen. We bespreken eerst de maatregelen die de vorm van de kostencurven bepalen.

De marginale kostencurven tonen het potentieel aan van de procesgeïntegreerde maatregelen. Dankzij 'good housekeeping' en intern hergebruik van water is de eerste 10-20 % reductie van de CZV-vuilvracht relatief goedkoop te vermijden (3 tot 5 BF/kg CZV). Deze kostprijs wordt gedrukt omdat deze investeringen zichzelf al dan niet volledig terugverdienen door de besparingen op energie, water en grondstoffen. Voor verdere reducties zijn verschillende toegevoegde technieken voorhanden: bezinkingsbekkens, mechanische en anaërobe behandeling van afvalwater, het gebruik van actief slib en actieve koolfilters. De rangschikking van deze technieken volgens kostprijs hangt af van de omvang van de installaties (schaalvoordelen) en de concentratie van CZV in het water. De behandeling van grote vuilvrachten en sterk geconcentreerd afvalwater kan per kg CZV tot 10 keer minder kosten dan de behandeling van kleine, minder geconcentreerde vuilvrachten. Daarom stijgt de marginale kostencurve voor bedrijven zonder maatregelen sneller dan die voor bedrijven met maatregelen. Alhoewel emissiereducties tot bijna 99 % gehaald kunnen worden zijn de marginale kosten van de laatste percentages relatief heel duur voor beide groepen van bedrijven.

Figuur 2: Marginale kostencurven voor de reductie van zuurstofbindende stoffen (CZV) in BF per jaar en per kg CZV (in prijzen van 1994).



Bron : eigen berekeningen.

Bedrijven met maatregelen kunnen hun CZV-vuilvracht nog verder (dan 94 %) reduceren door beroep te doen op dure, specifieke maatregelen met een marginale kostprijs van 55 BF/kg CZV of meer. Bedrijven die nog geen maatregelen hebben genomen, kunnen hun emissies nog relatief goedkoop reduceren (figuur 1). Als zij hun emissies reduceren in dezelfde mate als bedrijven met maatregelen (94 %), dan daalt de totale CZV-vuilvracht met 83 % van 91 000 ton CZV tot 16 000 ton CZV. Een verdere reductie vergt relatief hoge kosten (meer dan 55 BF/kg CZV).

Verschillen in marginale kosten per sector

Tabel 2 toont de marginale kosten per sector, berekend op basis van de initiële vuilvracht en voor het geheel van alle bedrijven, zowel met als zonder milieumaatregelen. Deze vier sectoren waren samen goed voor drie kwart van alle initiële CZV-lozingen. Met uitzondering van de textielsector kunnen zij hun lozingen goedkoper dan gemiddeld reduceren. Bij het hoogste beschouwde reductiepercentage (96 %) lopen de marginale kosten sterk uiteen.

De impact van emissieheffingen op de CZV-lozingen

Figuur 2 laat toe om de impact van emissieheffingen op de CZV-lozingen in te schatten. Het huidige heffingstarief van 600 BF per vervuilingseenheid komt overeen met ongeveer 30 BF/kg CZV[3]. Bedrijven met genomen maatregelen zullen bij dit heffingstarief geen bijkomende maatregelen nemen. Voor bedrijven zonder maatregelen is het gemiddeld genomen goedkoper om hun emissies met 77 % te reduceren. Dit betekent niet noodzakelijk dat ondertussen reeds al die maatregelen door de bedrijven werden genomen. Een heffing kan pas na enige tijd haar volle effect bereiken, als de bedrijven de nodige tijd hebben gehad om zich aan te passen en als zij bovendien over de nodige informatie over deze maatregelen beschikken. Daarenboven was de reële heffing lager dan 600 BF per vervuilingseenheid vanwege sectorale correctiefactoren[4]. Een recent onderzoek naar de effectiviteit van de heffingen toonde ook aan er

een zekere tijd overgaat vooraleer bedrijven zich aan de nieuwe heffing hebben aangepast[5]. Vergelijkende studies uit het buitenland en over een langere periode besluiten wel dat bedrijven in het verleden hun emissies hebben gereduceerd ten gevolge van emissieheffingen. Indien de bedrijven uit de emissie-inventaris hun emissies reduceren tot op het punt waar het goedkoper wordt om de heffing op de restemissies te betalen dan verder te saneren, dan zouden de totale emissies van 1992 (van bedrijven met en zonder maatregelen) dalen met 60 % tot 31 000 ton. De heffing op deze restlozingen CZV lopen dan terug tot 924 miljoen BF (tabel 3). Verdubbelt de heffing dan wordt het ook voor de bedrijven met maatregelen goedkoper om hun CZV-vuilvracht verder te reduceren. Beoogt men een maximale toepassing van de potentiële reductietechnieken dan moet het heffingstarief verviervoudigen. De heffingsopbrengsten volgen niet de stijging van de heffingstarieven maar een onregelmatig patroon. Verdubbelen de heffingstarieven van 30 BF tot 60 BF per kg CZV, dan halveren de opbrengsten ten gevolge van het reguleringseffect (zie V.2A Heffingen).

Tabel 2: Marginale kosten voor reductie van CZV op basis van de initiële CZV-vuilvracht voor de 4 voornaamste sectoren, in BF per jaar en per kg CZV (in prijzen van 1994).

		Vuilvrachtreducties in %				
Sector	**%-deel in vuilvracht[a]**	**27 %**	**55 %**	**84 %**	**90 %**	**96 %**
Basischemie	28	5,0	7,9	10,5	12,4	32,2
Voeding	23	4,6	5,5	11,4	25,3	24,5
Overige chemie	16	4,3	4,6	10,8	15,2	50,1
Textiel	10	18,4	18,9	30,8	34,9	76,5
Totaal industrie	.	*7,3*	*8,6*	*13,7*	*19,0*	*44,2*

[a] *aandeel in intitiële vuilvracht, d.w.z. vóór de reeds uitgevoerde maatregelen.*

Bron : eigen berekeningen.

Tabel 3: Impact van emissieheffingen op CZV-lozingen door bedrijven met (BMM) en zonder maatregelen (BZM) en op heffingsopbrengsten (in prijzen van 1994).

	Heffingstarief (in BF per kg CZV)			
	30	45	60	120
Reducties CZV door BMM[a] (in %)	0	0	4	5
Reducties CZV door BZM (in %)	77	88	96	98
Restvuilvracht (1 000 ton CZV/jaar)	31	22	7	4
Heffingsopbrensten (in mio BF)	924	998	434	457

[a] *bijkomende emissiereductie t.o.v. een reductie percentage van 94 % in 1992.*

Bron : eigen berekeningen.

1.4 | Marginale kostencurven voor reductie van N-lozingen

Omvang van de lozingen

We schatten dat in 1992 40 % van de initiële vuilvracht aan nitraten reeds werd gezuiverd (tabel 4). Dit ligt lager dan het reductiepercentage voor CZV omdat bedrijven met maatregelen een kleiner aandeel hebben in de initiële lozingen (67 %) én deze lozingen minder ver hebben teruggedrongen (met 60 %). Bijgevolg hebben zij in 1992 een groter aandeel in de totale N-vuilvracht dan voor CZV (45 %).

Tabel 4: Initiële vuilvracht en geloosde vuilvracht in 1992 van nitraten (N) (in ton per jaar) van bedrijven met (BMM) en zonder (BZM) genomen maatregelen.

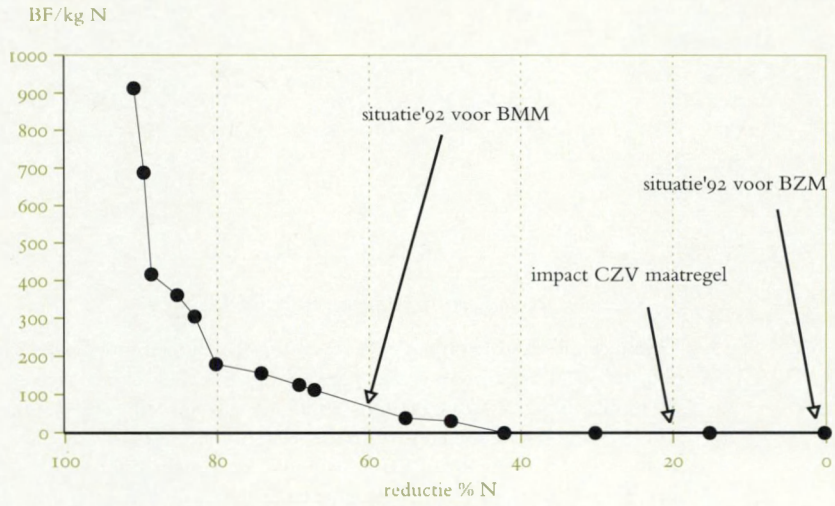
	BMM	BZM	Totaal
Initiële vuilvracht	7 646	3 766	11 413
Lozingen 1992	3 054	3 766	6 820
%-reductie tot 1992	60	0	40
%-aandeel in vuilvracht 1992	45	55	100

Bron : emissie-inventaris VMM, 1992 en eigen berekeningen.

Marginale kostencurve

Figuur 3 toont de marginale kostencurve voor de reductie van nitraatlozingen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen bedrijven met en zonder maatregelen omdat hun kostencurve volledig gelijkloopt. De zuivering van afvalwaters voor zuurstofbindende stoffen (mechanische behandeling en actief slib) reduceert ook de lozingen van nitraat. Om dubbeltellingen te voorkomen, zijn de kosten van deze zuivering enkel aan de reductie van zuurstofbindende stoffen toegeschreven. Daarom wordt de eerste 42 % reductie van nitraat als gratis voorgesteld. Voor verdere nitraatverwijdering staan specifieke technieken ter beschikking: de toevoeging en verbetering van denitrificatiestappen en ammoniakverwijdering. De kosten van deze technieken per kg nitraat zijn kleiner voor grote vuilvrachten en voor afvalwaters met hogere N-concentraties (schaalvoordelen). De marginale kosten van deze technieken stijgen van 50 BF/kg N bij 50 % reductie tot 360 BF/kg N bij 85 % reductie. Vanaf 85 % reductie gaan de marginale kosten zeer sterk stijgen.

Figuur 3: Marginale kostencurve voor de reductie van nitraat in BF per jaar en per kg N (in prijzen van 1994).



BMM = bedrijven met milieumaatregelen.
BZM = bedrijven zonder milieumaatregelen.
Bron: eigen berekeningen.

De marginale kostencurve uit figuur 3 moeten we anders interpreteren voor bedrijven met en bedrijven zonder maatregelen. De vuilvrachtreductie in 1992 bij bedrijven met maatregelen is bijna volledig toe te schrijven aan genomen maatregelen om

zuurstofbindende stoffen te reduceren. In de voedingssector en in overige chemie werden naar schatting nog bijkomende maatregelen voor verdere reductie genomen. Bedrijven met maatregelen moeten beroep doen op specifieke maatregelen om hun N-lozingen verder te reduceren. Bedrijven zonder maatregelen kunnen hun N-lozingen eerst nog reduceren via reductiemaatregelen voor CZV.

Op basis van het relatieve belang van beide groepen van bedrijven in de N-lozingen van 1992 (tabel 3) leiden we af dat ongeveer twee derde van de N-lozingen uit 1992 bijkomend gereduceerd kan worden voor minder dan 300 BF/kg (figuur 3).

Verschillen in marginale kosten per sector

Tabel 5 toont hoe de marginale kosten verschillen voor de voornaamste sectoren. De marginale kosten zijn berekend op basis van de initiële vuilvracht en voor het geheel van alle bedrijven, zowel met als zonder milieumaatregelen. De sectoren voeding, metaalverwerking, basis- en overige chemie en textiel nemen samen 81 % van de initiële vuilvracht voor hun rekening. Vooral voeding en overige chemie hebben relatief lage marginale kosten. De marginale kosten van de metaalindustrie zijn hoger dan het gemiddelde. De sectoren hout, grafische nijverheid, meststoffen, bouwmaterialen en basismetaalnijverheid hebben een klein aandeel in de totale N-lozingen maar hebben relatief veel hogere marginale kosten die oplopen tot het dubbele, zelfs het driedubbele van het gemiddelde voor de hele industrie.

Tabel 5: Marginale kosten voor reductie van N op basis van de initiële N-vuilvracht voor de 5 voornaamste sectoren, in BF per jaar en per kg N (in prijzen van 1994).

		Vuilvrachtreducties in %			
Sector	**%-deel in vuilvracht[a]**	**47 %**	**69 %**	**82 %**	**88 %**
Voeding	27	38	47	48	49
Metaalindustrie	25	0	88	324	486
Overige chemie	19	41	66	99	86
Basischemie	10	0	60	208	313
Textiel	7	0	63	228	361
Totaal industrie	.	*18*	*71*	*186*	*360*

[a] *aandeel in initiële vuilvracht, d.w.z. voor de reeds uitgevoerde maatregelen.*

Bron : eigen berekeningen.

De impact van emissieheffingen op de N-lozingen

Figuur 3 laat ons toe om het effect van emissieheffingen op emissies van nitraat in te schatten. Een heffing van 600 BF per vervuilingseenheid komt overeen met 103 BF per kg nitraat. Naar schatting zal deze heffing de emissies reduceren tot ongeveer 65 %. Dit betekent dat bedrijven met maatregelen hun initiële emissies bijkomend met 5 % reduceren. De totale lozing van nitraten wordt dan gereduceerd tot 4 000 ton per jaar. Om de emissies verder te laten dalen, moeten de heffingen flink stijgen. Tabel 6 toont het effect van een verdubbeling en een vervierdubbeling van de heffingen. De heffingsopbrengsten blijven bij deze stijgingen nagenoeg constant omdat de stijging van het heffingstarief wordt gecompenseerd door een dalende vuilvracht. Om de potentiële technieken maximaal te benutten, moeten de heffingen stijgen tot meer dan 900 BF per kg nitraat. De heffingsopbrengsten stijgen dan tot bijna 1 miljard BF.

1.5 | Marginale kostencurven voor de reductie van P-lozingen

Omvang van de lozingen

We schatten dat in 1992 24 % van de initiële fosfaatvuilvracht reeds werd gezuiverd (tabel 7). Dit percentage ligt aanmerkelijk lager dan voor zuurstofbindende stoffen of nitraat omdat bedrijven met maatregelen een nog kleiner aandeel hebben in de initiële lozingen (54 %) en de P-lozingen nog minder hebben gereduceerd (45 %) dan voor CZV en N. Bedrijven zonder maatregelen zijn verantwoordelijk voor 61 % van de P-lozingen in 1992.

Tabel 6: Impact van emissieheffingen op N-lozingen door bedrijven met (BMM) en zonder maatregelen (BZM) en op heffingsopbrengsten (in prijzen van 1994).

	Heffingstarief (BF per kg N)				
	103	200	400	600	900
Reductie N door BMM[a] (in %)	5	21	28	29	31
Reductie N door BZM (in %)	65	81	88	89	91
Restvuilvracht (1 000 ton N jaar)	3,9	2,2	1,4	1,2	1,0
Heffingsopbrensten (in mio BF)	400	434	411	753	924

[a] *bijkomende emissiereductie t.o.v. een reductie percentage van 60 % in 1992.*

Bron : eigen berekeningen.

Tabel 7: Initiële vuilvracht en geloosde vuilvracht in 1992 van fosfaten (P) (in ton per jaar) van bedrijven met (BMM) en zonder (BZM) genomen maatregelen.

	BMM	BZM	Totaal
Initiële vuilvracht	693	590	1 283
Lozingen 1992	382	590	972
%-reductie tot 1992	45	0	24
%-aandeel in vuilvracht 1992	39	61	100

Bron : emissie-inventaris VMM, 1992 en eigen berekeningen.

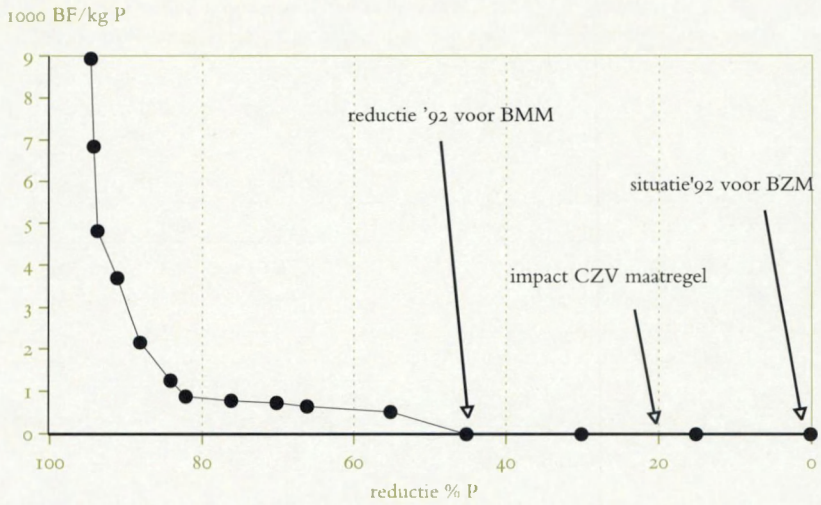
Marginale kostencurve

Figuur 4 toont de marginale kostencurve voor de reductie van fosfaatlozingen. Net zoals voor nitraat is hiervoor geen onderscheid gemaakt tussen bedrijven met en zonder maatregelen omdat hun kostencurve volledig gelijkloopt. Maatregelen die de lozingen van zuurstofbindende stoffen verminderen, reduceren ook de fosfaatlozingen. Om dubbeltellingen te voorkomen, is de eerste 45 % reductie van fosfaat als gratis voorgesteld. Bijkomende specifieke technieken zijn koolagulatie, fosfaatfiltratie en floculatie. De marginale kosten lopen op van 500 BF/kg P bij een 50 % reductie tot respectievelijk 1 250 BF/kg P voor een reductie van 88 %. Op basis van het relatieve belang van bedrijven met en zonder maatregelen leiden we af (figuur 4) dat ongeveer drie kwart van de fosfaatlozingen uit 1992 gereduceerd kan worden tegen een marginale kostprijs van minder dan 1 000 BF /kg P (tabel 5). Voor de resterende P-vuilvracht staan maatregelen ter beschikking die veel duurder zijn. Bij een P-reductie van 94 % bedraagt de marginale kostprijs 9 000 BF/kg P.

Verschillen in marginale kosten per sector

Tabel 8 toont hoe de marginale kosten verschillen voor de voornaamste sectoren. De cijfers slaan op alle bedrijven en de vuilvrachtreducties tellen vanaf de initiële vuilvracht. Voeding, basis- en overige chemie zijn samen goed voor 80 % van de totale P-vuilvracht. De marginale kosten zijn het laagst bij de basischemie en de metaalindustrie. De meststoffenproduktie en de bouwnijverheid hebben daarentegen zeer hoge marginale kosten, tot drie keer hoger dan het gemiddelde.

Figuur 4: Marginale kostencurve voor de reductie van fosfaat (P) in BF per jaar en per kg P (in prijzen van 1994).



BMM = bedrijven met milieumaatregelen.
BZM = bedrijven zonder milieumaatregelen.
Bron : eigen berekeningen.

Tabel 8: Marginale kosten voor reductie van P op basis van de initiële P-vuilvracht voor de 6 voornaamste sectoren, in BF per jaar en per kg P (in prijzen van 1994).

		Vuilvrachtreducties in %			
Sector	**%-deel in vuilvracht[a]**	**48 %**	**82 %**	**84 %**	**88 %**
Voeding	56	0	222	432	3 153
Overige chemie	14	0	209	698	2 447
Basischemie	10	0	180	362	2 376
Metaalindustrie	7	0	301	306	2 031
Textiel	7	0	236	629	2 881
Meststoffen	2	0	1 230	7 150	9 530
Totaal industrie	.	*0*	*243*	*579*	*3 133*

[a] aandeel in initiële vuilvracht, d.w.z. voor de reeds uitgevoerde maatregelen.
Bron : eigen berekeningen.

De impact van emissieheffingen op de P-lozingen

Figuur 4 laat toe om het effect van emissieheffingen op fosfaatlozingen in te schatten (tabel 9). De wetgeving op de afvalwaterheffingen kent hetzelfde gewicht toe aan fosfaten en nitraten: een heffing van 600 BF per vervuilingseenheid komt overeen met 103 BF per kg fosfaat. Dit heffingstarief heeft nauwelijks effect op de P-reductie omdat de marginale kosten per kg fosfaat veel hoger zijn dan voor nitraat. Tabel 9 toont het effect van hogere heffingstarieven. Naar schatting zal een heffing van 650 BF de bedrijven zonder maatregelen aanzetten hun P-vuilvracht te reduceren tot ongeveer 65 % en bedrijven met maatregelen bijkomend met 25 %. De totale lozing van

fosfaten wordt dan gereduceerd tot 449 ton per jaar. Om de emissies verder te reduceren, moeten de heffingenstarieven sterk stijgen: tot 7 000 BF/kg P om de potentiële reductiemaatregelen maximaal te benutten. De heffingsopbrengsten zouden dan stijgen tot 539 miljoen BF per jaar.

Tabel 9: Impact van emissieheffingen op N-lozingen door bedrijven met (BMM) en zonder maatregelen (BZM) en op heffingsopbrengsten (in prijzen van 1994).

	Heffingstarief (BF per kg P)				
	103	650	1 200	2 400	7 000
Reductie P door BMM[a] (in %)	0	25	43	28	54
Reductie P door BZM (in %)	0	65	83	88	94
Restvuilvracht (1 000 ton P jaar)	972	449	218	154	77
Heffingsopbrensten (in mio BF)	100	292	262	370	539

[a] *bijkomende vuilvrachtreductie t.o.v. een reductie percentage van 40 % in 1992*

Bron: eigen berekeningen.

1.6 | Marginale kostencurven voor de reductie van lozingen van zware metalen

Omvang van de lozingen

De lozingen van zware metalen zijn de som van de lozingen van 8 verschillende zware metalen, gewogen volgens hun milieu-impact. Deze impact is afgeleid van de normen voor het zuiveringsslib in Nederland. Zo krijgen lozingen van cadmium en kwikzilver een wegingcoëfficient die 100 keer groter is dan die van lood (tabel 10).

Tabel 10: Wegingscoefficiënten voor het berekenen van de indicator 'zware metalen' in loodequivalenten .

Metaal	Wegingscoëfficient	Metaal	Wegingscoëfficient
Zink	0,25	Nikkel	5
Koper	0,833	Arseen	50
Lood	1	Cadmium	100
Chroom	1	Kwikzilver	100

Bron: TME, 1994.

We schatten dat in 1992 61 % van de initiële vuilvracht aan zware metalen reeds werd gereduceerd (tabel 11). In tegenstelling tot zuurstofbindende stoffen, nitraten en fosfaten zijn echter de bedrijven met maatregelen nog altijd verantwoordelijk voor 87 % van de lozingen van zware metalen.

Tabel 11: Initiële vuilvracht en geloosde vuilvracht in 1992 van zware metalen (in ton per jaar) van bedrijven met (BMM) en zonder (BZM) genomen maatregelen.

	BMM	BZM	Totaal
Initiële vuilvracht	471	25	496
Lozingen 1992	168	25	193
%-reductie tot 1992	64	0	61
%-aandeel in vuilvracht 1992	87	13	100

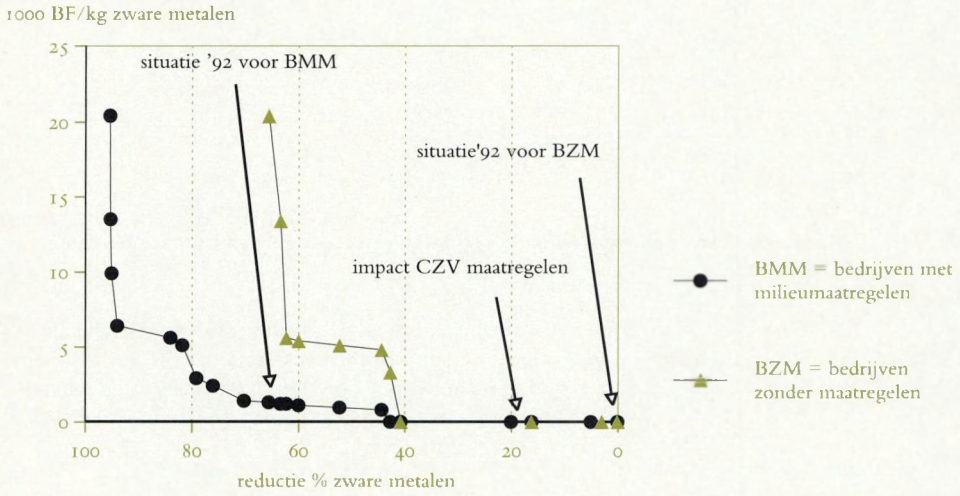
Bron : emissie-inventaris VMM, 1992 en eigen berekeningen.

Marginale kostencurven

Figuur 5 toont de marginale kostencurven voor de reductie van zware metalen bij bedrijven zonder en met maatregelen. Bij de (primaire en secundaire) zuivering van zuurstofbindende stoffen slaan de zware metalen voor 40 % in het slib neer zodat hun lozingen naar oppervlaktewater of riool met dit percentage wordt gereduceerd. Deze

kosten worden zoals bij nitraat en fosfaat volledig toegerekend aan de reductie van zuurstofbindende stoffen. Specifieke maatregelen voor reductie van de lozingen van zware metalen zijn recyclagetechnieken, spaarbaden, en ontgiftiging-neutralisatie-ontwatering (ONO). Per kg zware metalen zijn de kosten van deze technieken kleiner voor grotere vuilvrachten en hogere concentraties (schaalvoordelen).

Figuur 5: Marginale kostencurve voor de reductie van zware metalen in BF per jaar en per kg zware metalen (in prijzen van 1994).



Bron : eigen berekening.

Verschillen in marginale kosten per sector

Bedrijven met maatregelen hebben een lagere marginale kostencurve. Naar schatting reduceerden zij hun initiële lozingen reeds met 64 % als gevolg van de CZV-reductie en van specifieke reductiemaatregelen door bedrijven met hoge concentraties zware metalen uit de textielsector en metaalsector. Bedrijven uit de basismetaalindustrie, metaalverwerkende nijverheid, textiel en chemie nemen 92 % van de initiële emissies van zware metalen voor hun rekening. Vanwege de hoge concentraties kunnen zij relatief goedkoop recyclage en andere technieken aanwenden. De basismetaal industrie en de metaalverwerkende nijverheid kunnen bijvoorbeeld hun emissies met respectievelijk 99 % en 93 % terugdringen tegen een marginale kostprijs van minder dan 6 000 BF/kg. Aangezien we inschatten dat deze 4 voornoemde sectoren in 1992 hun emissies met 60 tot 75 % hadden gereduceerd, is hier nog een verder potentieel voor relatief goedkopere emissiereducties (tabel 12).

Voor de bedrijven uit de andere sectoren en de bedrijven zonder maatregelen zijn de specifieke technieken beperkt en relatief zeer duur. Met de maatregelen uit het MOSES-model kunnen deze bedrijven hun emissies met maximaal 60 % terugdringen. De kostencurve voor deze bedrijven toont aan dat de kosten per kg zware metalen exponentieel beginnen te stijgen vanaf een reductiepercentage van 60 % . We kunnen hier niet verder analyseren in welke mate deze bedrijven beroep kunnen doen op meer bedrijfseigen procesgeïntegreerde oplossingen (produktaanpassing, enz.) of op externe recyclage installaties, bijvoorbeeld op sector- of op gewestelijk niveau.

De impact van emisieheffingen op de lozingen van zware metalen

Figuur 5 laat toe om de effecten van een emissieheffing op de lozingen van zware metalen in te schatten (tabel 13). De vergelijking met de bestaande heffingstarieven gaat niet helemaal op omdat we de emissies van de verschillende metalen op een andere wijze gewogen hebben. Omgerekend zou een heffingstarief van 600 BF per vervuilingseenheid neerkomen op een heffing van 2 204 BF per kg 'zware metalen'. Om de lozingen van zware metalen evenwel maximaal te reduceren, is een heffingstarief van meer dan 10 000 BF per kg zware metalen vereist. Verdubbelt het heffingstarief naar 20 000 BF dan wordt zeer weinig bijkomend gereduceerd.

Tabel 12: Marginale kosten voor reductie van zware metalen op basis van de initiële vuilvracht zware metalen voor de 4 voornaamste sectoren, in 1 000 BF per jaar en per kg zware metalen (in prijzen van 1994).

		Vuilvrachtreductie in %				
	%-deel in vuilvracht[a]	50 %	75 %	90 %	95 %	99 %
Textiel	26	0	..	..	6,4	..
Chemie	4	2,3	5,4	6,5	8,1	20
Basismetaal	27	0,8	1,1	1,1	3,1	5
Metaalindustrie	39	1,1	2,3	3,2	5,2	10

[a] *aandeel in initiële vuilvracht, d.w.z. voor de reeds uitgevoerde maatregelen.*

Bron : eigen berekeningen.

Tabel 13: Impact van emissieheffingen op lozingen van zware metalen (ZM) door bedrijven met (BMM) en zonder maatregelen (BZM) en op heffingsopbrengsten (in prijzen van 1994).

	Heffingstarief (BF per kg ZM)			
	2 204	5 000	10 000	20 000
Reductie ZM door BMM[a] (in %)	11	17,2	31	31,5
Reductie ZM door BZM (in %)	41	52	63	66
Restvuilvracht (1 000 ton ZM jaar)	133	98	33	30
Heffingsopbrensten (in mio BF)	292	491	328	603

[a] *bijkomende emissiereductie t.o.v. een reductie percentage van 64 % in 1992.*

Bron: eigen berekeningen.

1.7 | Besluit

Ondanks de beperkingen van de gegevens en de methodologie hebben we een beeld kunnen schetsen van de reductiekosten van de Vlaamse industriële waterlozingen op oppervlaktewater of riool.

De lozingen van zuurstofbindende stoffen werden reeds in grote mate gereduceerd bij één derde van de bedrijven uit de emissie-inventaris. Verdere vuilvrachtreducties kunnen het goedkoopst gerealiseerd worden bij de bedrijven die nog geen maatregelen namen en die in 1992 verantwoordelijk waren voor 86 % van de lozingen. Bij de heffing anno 1994 van 600 BF per vervuilingseenheid is het voor deze bedrijven goedkoper om hun lozingen met 77 % terug te dringen. Voor verdere reductiepercentages moet het heffingstarief sterk stijgen.

De maatregelen voor zuurstofbindende stoffen halveren bijna de emissies van nutriënten (nitraat en fosfaat). Naar schatting werden er in 1992 maar beperkte specifieke maatregelen genomen voor de reductie van nutriënten. Bij de heffing van 600 BF per

vervuilingseenheid zullen de emissies van nitraten en fosfaten minder ver gereduceerd worden dan die van zuurstofbindende stoffen. Vooral de heffing op fosfaten moet stijgen om reductiepercentages van meer dan 75 % te realiseren.

In tegenstelling tot zuurstofbindende stoffen kunnen de lozingen van zware metalen relatief goedkoper worden gereduceerd in bedrijven met genomen maatregelen en met relatief hoge concentraties aan zware metalen in hun afvalwaters. Het heffingstarief moet sterk stijgen om grote vuilvrachtreducties financieel lonend te maken.

De totale jaarlijkse kosten van de in 1992 reeds genomen maatregelen voor de bedrijven uit de emissie-inventaris ramen we op 3,2 miljard BF (exclusief heffingen), waarvan 81 % voor zuurstofbindende stoffen en 16 % voor zware metalen. De totale kosten van verdere vuilvrachtreducties hangen af van de gewenste reductiepercentages. Om in de buurt te komen van de ecologische doelstellingen moeten deze kosten minstens verdubbelen. Om een idee te geven van de mogelijke kostenstijging hebben we de kosten berekend van de reductie van de lozingen tot op het niveau dat de marginale kosten sterk beginnen te stijgen. Dit komt overeen met een reductie van de lozingen van zuustofhoudende stoffen, nitraat, fosfaat en zware metalen met respectievelijk 93, 88, 80 en 79 % ten opzichte van hun niveau in 1992. Dit zou jaarlijks 4,5 miljard *extra* kosten. Ter vergelijking, bij een heffingstarief van 600 BF (en zonder rekening te houden met de correctiefactoren), zouden deze bedrijven op basis van hun lozingen uit 1992 4,1 miljard BF aan heffingen betalen.

De marginale kostencurven tonen aan dat de kosten per eenheid bijkomende reductie sterk stijgen bij reducties van meer dan 80 %. Een nadere analyse toont ook aan dat deze marginale kosten sterk verschillen van sector tot sector en van bedrijf tot bedrijf. Als het beleid gebaseerd is op emissieheffingen kan men de vuilvrachtreducties bereiken waar dit het goedkoopst is. Om de hoge reductiepercentages voor alle stoffen te garanderen, moet het heffingstarief van 600 BF per vervuilingseenheid sterk stijgen en moeten de gewichten van de verschillende parameters veranderen. Hogere heffingstarieven betekenen op termijn evenwel geen hogere heffingsopbrengsten. Als bedrijven de tijd krijgen om de nodige maatregelen te nemen, kunnen de heffingsopbrengsten gevoelig dalen. De berekeningen in dit hoofdstuk tonen aan dat er geen eenvormige relatie bestaat tussen heffingstarieven en opbrengsten en dat de heffingsopbrengsten moeilijk in te schatten zijn.

2 | Reductiekosten van mestoverschotten

Mestoverschotten ontstaan als er meer dierlijk mest wordt geproduceerd dan volgens de bemestingslimieten afzetbaar is op landbouwgrond. Bij de verstrenging van de bemestingsnormen voorzien in het Mestactieplan[6] (MAP) zullen de mestoverschotten stijgen. Het zal een reeks nieuwe maatregelen vergen om deze mestoverschotten te vermijden of op een ecologisch verantwoorde wijze te verwijderen. In deze paragraaf bespreken en evalueren we deze maatregelen en de daarmee samenhangende kosten.

2.1 | Verschillende soorten mestoverschotten

Bemestingsnormen specifiëren de maximale hoeveelheid stikstof (N) en fosfor (P) die afgezet mogen worden op landbouwgrond. Door de verstrenging van de bemestingsnormen voorzien in het MAP kunnen er in 1996, 1999 en 2002 respectievelijk 17, 28 en 38 % minder mineralen (N en P) uit dierlijk mest afgezet worden in vergelijking met de huidige normen. De omvang van de mestoverschotten wordt bepaald door de mestproduktie en de bemestingsnormen. De mestproduktie hangt af van de omvang van de veestapel en de mestproduktie per dier (uitscheidingscoefficienten). Alhoewel van beide factoren de huidige situatie en de verwachte evolutie niet volledig bekend

zijn, tekent er zich een duidelijke trend af.

Mestoverschotten op *bedrijfsniveau* komen vooral voor in de intensieve veehouderij. In 1991 hadden meer dan 90 % van de kalvermesterijen, de varkensbedrijven, en de legkippenbedrijven (in totaal 10 000 bedrijven) een mestoverschot. Bij de bemestingslimieten voorzien voor 2002 zou het aantal bedrijven met mestoverschotten verdubbelen. *Gemeenten* met relatief veel intensieve veehouderij en weinig akkerbouw zitten met een mestoverschot. Voor 1991 wordt het mestoverschot op gemeentelijk niveau geschat op 1,6 miljoen ton mest. Volgens de bemestingsnormen uit het mestdecreet[7] zijn er op het niveau van geheel *Vlaanderen* geen mestoverschotten. Na de verstrenging van bemestingsnormen voorzien in het MAP zullen er mestoverschotten ontstaan op het niveau van Vlaanderen. Dit overschot is het grootst voor stikstof.

2.2 | Maatregelen voor de reductie van mestoverschotten

We onderscheiden 6 soorten maatregelen voor het reduceren of milieuvriendelijk verwerken van mestoverschotten:

- *Volumegerichte maatregelen* (bv. via vergunningenbeleid) beogen een gerichte afbouw van de veestapel in gebieden met een overschot en een beperkte, gecontroleerde groei in gebieden zonder overschot.
- *Voedertechnische maatregelen* verbeteren de opname van mineralen uit de veevoeders. Dit verlaagt de hoeveelheid mineralen in de mest. Het volume mest blijft constant.
- *Extern hergebruik*. Tot op zekere hoogte kunnen mestoverschotten aangewend worden ter vervanging van kunstmest in de akkerbouw. Bedrijven en gebieden met een mestoverschot moeten hiertoe hun mestoverschot transporteren naar bedrijven en gebieden met een tekort aan dierlijk mest. We onderscheiden transport over korte afstanden en transport over lange afstanden.
- *Export van mest* laat toe om het mineralenoverschot op Vlaams niveau te benutten in Wallonië en het buitenland. De huidige EG-wetgeving en het Waals beleid laten in de praktijk nog enkel export van pluimveemest toe.
- *Mestverwerking*. Bij centrale mestverwerking worden de nuttige componenten uit de mest via verschillende technieken gevaloriseerd. De eindprodukten zijn vooral bestemd voor export.
- *Kalvergier* heeft een lage mineraleninhoud en is vanwege zijn lage bemestende waarde aangewezen op *verwerking* in waterzuiveringsinstallaties.

2.3 | Kosten van reductiemaatregelen van mestoverschotten

De kosten van de maatregelen voor mestreductie zijn geschat op basis van literatuur of proefprojecten wegens de beperkte ervaring met de toepassing van deze maatregelen. We rekenen met cijfers zoals ze in Nederland voor gelijkaardige studies van de kosten van het mestbeleid worden gebruikt[8]. Deze cijfers zijn in grote lijnen vergelijkbaar met cijfers voor Vlaanderen. De kosten slaan op de afschrijving van investeringen, kosten voor personeel, energie, en dergelijke en op de meerkost of besparing van veevoeders. Deze kosten houden geen rekening met de heffingen. Heffingen worden behandeld in 2.7.

Tabel 14 toont de kosten van de maatregelen per ton mest en per kg stikstof (N). De kosten van transport en verwerking worden bepaald door de hoeveelheid mest in ton. Vanuit milieuoogpunt zijn de kosten per kg mineralen een relevantere vergelijkingsbasis. De kosten worden omgerekend per kg stikstof omdat het mestoverschot voor stikstof het grootst is. Dit verandert de rangorde omdat per mestsoort de mineraleninhoud van een ton mest verschilt.

We bespreken de kosten per maatregel:

- De kosten van *volumegerichte maatregelen* zijn macro-economisch van aard (o.a. tewerkstelling); we kunnen ze niet even nauwkeurig inschatten als de kosten van de andere maatregelen.
- *Voedertechnische maatregelen*. De totale kostprijs per kg N is een gemiddelde voor een pakket van maatregelen. Om de relatieve kostprijs ten opzichte van mesttransport en -verwerking af te tasten, hebben we voor een ambitieus pakket met duurdere maatregelen gekozen. We onderscheiden hierbij 2 soorten voedertechnische maatregelen. Meerfasevoedering laat toe om de voeding beter te doseren en leidt dus tot minder verlies van mineralen. Dit vergt vooral investeringen in silo's maar verlaagt ook de voederkosten. Toevoeging van het enzyme fytase en synthetische aminozuren laat een verlaging toe van het eiwitgehalte in de veevoeders. Deze toevoeging verhoogt de kostprijs van de veevoeders.
- De kosten van *extern hergebruik* hangen vooral af van de afstand waarover de mest vervoerd moet worden. Bij korte afstanden is het een relatief goedkope maatregel terwijl de kosten voor lange-afstandtransport kunnen oplopen tot 274 BF per ton. Deze kostprijzen gaan er vanuit dat de mest gratis mag afgezet worden.
- *Pluimveemest* heeft een heel hoge mineraleninhoud en is dus zeer waardevol. Na een beperkte *verwerking* op het bedrijf is het geschikt voor *export*. Dit is per ton mest een dure maatregel maar per kg N de goedkoopste maatregel.
- *Mestverwerking* is de duurste maatregel. De verwerking van mest kost zo'n 600 à 700 BF per ton. De waarde van het eindprodukt is gering en wordt op zo'n 50 à 100 BF per ton geraamd. Dit betekent dat voor mestverwerking zo'n 550 BF betaald zal moeten worden. Met de transportkosten naar de mestverwerkingsinstallatie wordt de totale kostprijs 665 BF per ton. De toekomstige ontwikkeling van deze kosten is zeer onzeker.
- De *verwerking van kalvergier* is relatief zeer duur, vooral uitgedrukt per kg N.

Tabel 14 : Jaarlijkse kosten voor reductiemaatregelen van mestoverschotten, in BF (in prijzen van 1994).

Maatregel	Prijs per kg N	Prijs per ton mest
Volumegerichte maatregelen	.	.
Export pluimveemest	8,5	205
Extern hergebruik korte afstand	9,5	62
Extern hergebruik lange afstand	47	274
waarvan kost voor tussenopslag	*9*	*27*
Pakket voedertechnische maatregelen	tot 60	.
Zuivering kalvergier	84	250
Mestverwerking	106	655
waarvan transport	*16*	*115*

Bron: TME, 1992,1994 en eigen berekeningen.

2.4 | Totale reductiekosten van mestoverschotten voor Vlaanderen

Wij geven een prognose voor de ontwikkeling van de reductiekosten van mestoverschotten. Hierbij is uitgegaan van een ongewijzigd volume van de veestapel. (standstill scenario). De mestproduktie per dier verlaagt door de invoering van voedertechnische maatregelen[9]. Omdat beide factoren onzeker zijn wordt in 2.5 afgetast hoe de reductiekosten worden beïnvloed door deze veronderstellingen.

Omvang en reductie van de mestoverschotten

Bij de verstrenging van bemestingslimieten zoals voorzien in het MAP zullen de mestoverschotten stijgen. Tabel 15 toont hoe deze mestoverschotten economisch rationeel worden gereduceerd: eerst de goedkope dan de dure maatregelen. We veronderstellen een progressieve invoering van het pakket van voedertechnische maatre-

gelen besproken in tabel 10. Hierdoor daalt de totale stikstof produktie in dierlijke mest met respectievelijk 14, 19 en 23 % in 1996, 1999 en 2002. De mogelijkheden van het goedkope extern hergebruik over korte afstand neemt af naarmate de bemestingsnormen strenger worden: meer gemeenten krijgen een mestoverschot. Omdat de voedertechnische maatregelen en het extern hergebruik zijn uitgeput, moet er bij een verdere verstrenging van de normen in 1999 een grotere hoeveelheid mest worden verwerkt.

Tabel 15: Omvang en reductie van mestoverschotten, in 1 000 ton per jaar.

Maatregel	1991	1996	1999	2002
Voedertechnische maatregelen[a]	.	14	19	23
Export pluimveemest	0	83	125	208
Extern hergebruik : korte afstand	1 600	621	166	0
Extern hergebruik : lange afstand	0	1 173	1 378	1 162
Voedertechnische maatregelen	.	.	.	.
Zuivering kalvergier	0	129	129	170
Centrale mestverwerking	0	997	997	2 257
Totaal	*1 600*	*3 002*	*2 793*	*3 797*

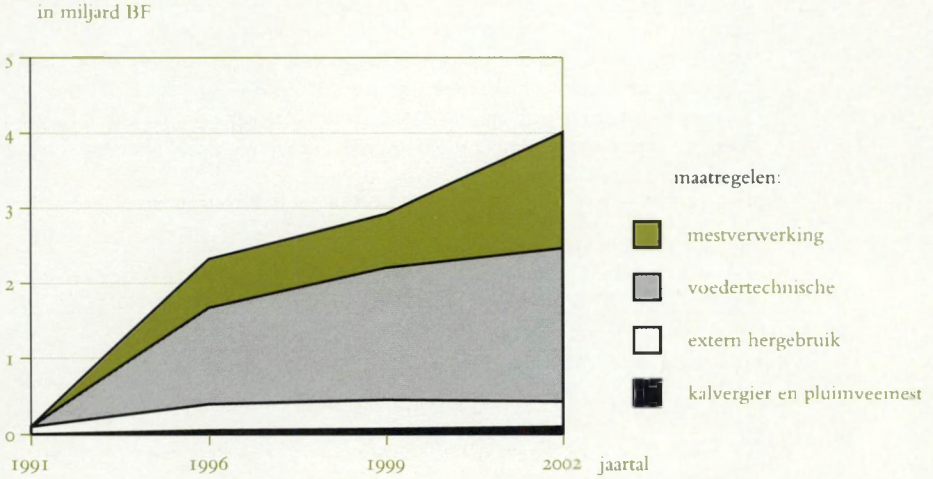
[a] *daling van de totale stiksofproduktie in dierlijk mest, in % t.o.v. situatie 1993.*

Bron : eigen berekeningen.

Totale kosten van de maatregelen (inclusief voedertechnische) voor Vlaanderen

Figuur 6 toont hoe de totale mestkosten stijgen bij een verstrenging van de bemestingsnormen. Deze cijfers houden geen rekening met de mestheffing omdat de omvang van de totale kosten hier nauwelijks door beïnvloed wordt[10]. Het mestoverschot van 1,6 miljoen ton in 1991 kan via *extern hergebruik* over korte afstand verwijderd worden. De totale kosten schatten we, exclusief heffingen, op zo'n 100 miljoen BF. Bij de verstrenging van de bemestingsnormen uit het MAP stijgen deze kosten van 2,3 miljard BF in 1996 tot respectievelijk 3 en 4 miljard BF in 1999 en 2002 (tabel 16).

Figuur 6: Totale jaarlijkse reductiekosten van mestoverschotten voor Vlaanderen in miljard BF (in prijzen van 1994) (incl. voedertechnische maatregelen).



Bron : eigen berekeningen.

Alhoewel de hoeveelheden te *exporteren pluimveemest* toenemen, gaat het om beperkte hoeveelheden. Ongeacht de mestnormen blijft de hoeveelheid te *verwerken kalvergier* laag geschat. In de toekomst nemen de totale kosten voor kalvergierverwerking toe omdat de verwerkingskosten per ton stijgen .

De bepalende factor voor de totale mestkosten voor Vlaanderen is de hoeveelheid mest die verwerkt moet worden via de centrale mestverwerking. Bij toenemende overschotten moet bijna heel het bijkomend overschot verwerkt worden. Hierdoor stijgt het aandeel van mestverwerking in de mestoverschotten van 33 % in 1996 tot 59 % in 2002. De jaarlijkse kostprijs van deze duurste maatregel stijgt van 0,651 miljard BF in 1996 tot 1,538 miljard BF in 2002.

Tabel 16: Totale jaarlijkse reductiekosten van mestoverschotten in Vlaanderen in functie van de bemestingnormen uit het MAP, voor een scenario met voedertechnische maatregelen, in miljoen BF van 1994.

Maatregel	1991	1996	1999	2002
Extern hergebruik : kort transport	100	38	10	0
Extern hergebruik : lang transport	0	290	341	287
Tussenopslag	0	13	28	41
Export pluimveemest	0	17	25	35
Zuivering kalvergier	0	32	42	61
Invoering meerfasevoedering	0	361	532	511
Lager eiwitgehalte veevoeders	0	922	1 230	1 537
Centrale mestverwerking	0	548	606	1 304
Transport voor mestverwerking	0	103	108	234
Totale jaarlijkse kosten	*100*	*2 324*	*2 922*	*4 010*

Bron : eigen berekeningen.

2.5 | Factoren die de totale mestkosten beïnvloeden

Evolutie van de veestapel en succes van volumegerichte maatregelen

De evolutie van de veestapel wordt beïnvloed door economische factoren en door het mestbeleid. Volumegerichte maatregelen beperken de aangroei van de veestapel in gebieden zonder mestoverschotten en streven naar de afbouw in gebieden met grote mestoverschotten. Krimpt de veestapel dankzij zeer succesvolle volumemaatregelen en/of economische factoren, dan moet er bij de normen van 2002 1,6 miljoen ton mestoverschot minder worden verwerkt wat de mestkost doet dalen met bijna 1 miljard BF ten opzichte van ons standstill-scenario. Als de volumemaatregelen weinig succesvol worden getroffen, ontwikkelt de veestapel zich maximaal. Dan moet 1 miljoen ton mestoverschot meer worden verwerkt wat de totale rekening doet oplopen met ruim 600 miljoen BF.

Tabel 17: Totale jaarlijkse reductiekosten van mestoverschotten in functie van de evolutie van de veestapel, in miljard BF (prijzen van 1994).

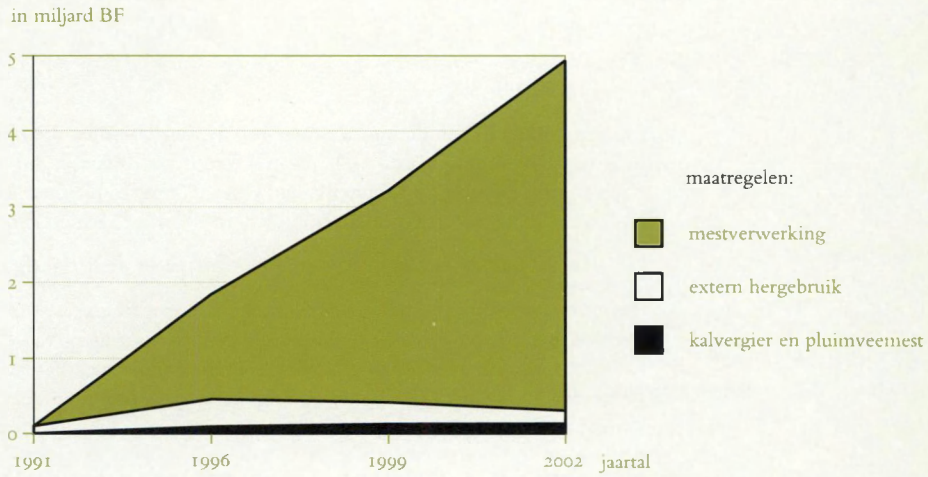
Evolutie van de veestapel	1996	1999	2002
Minimaal	1,9	2,1	3,1
Standstill	2,3	3,0	4,0
Maximaal	2,9	3,4	4,6

Minimaal = inkrimping veestapel als gevolg van volumemaatregelen en/of economische factoren.
Maximaal = maximale ontwikkeling van de veestapel binnen de grenzen voorzien in het MAP.
Bron : eigen berekeningen.

Investeringen in voedertechnische maatregelen

Voedertechnische maatregelen zijn goedkoper dan mestverwerking (tabel 10) maar vergen wel investeringen van veebedrijven en veevoederfabrikanten. Als er minder geïnvesteerd wordt in voedertechnische maatregelen zullen de mestoverschotten die verwerkt moeten worden, toenemen. Bij afwezigheid van het belangrijke pakket voedertechnische maatregelen zullen de totale mestkosten voor 2002 uit tabel 13 ongeveer 1 miljard BF hoger uitvallen (figuur 7 en tabel 18). Dit toont het belang aan van voedertechnische maatregelen. Deze maatregelen kunnen bevorderd worden door bij de uitvoering van het mestbeleid rekening te houden met de effectief geproduceerde mesthoeveelheid in ton mineralen, bijvoorbeeld via een mineralenboekhouding.

Figuur 7: Totale jaarlijkse reductiekosten van mestoverschotten voor Vlaanderen, in miljard BF van 1994 (zonder voedertechnische maatregelen).



Bron: eigen berekeningen.

Tabel 18: Totale jaarlijkse reductiekosten van mestoverschotten in Vlaanderen in functie van de bemestingnormen uit het MAP voor een scenario zonder voedertechnische maatregelen in miljoen BF van 1994.

Maatregel	**1991**	**1996**	**1999**	**2002**
Extern hergebruik : kort transport	100	41	7,4	0
Extern hergebruik : lang transport	0	312	255	134
Tussenopslag	0	13	28	41
Export pluimveemest	0	17	26	35
Zuivering kalvergier	0	75	99	97
Centrale mestverwerking	0	1 165	2 383	3 937
Transport voor mestverwerking	0	219	417	696
Totale jaarlijkse kosten	*100*	*1 842*	*3 215*	*4 940*

Bron : eigen berekeningen.

2.6 | Informatiebehoeften voor een kostenefficiënter beleid

Inschatting van de nodige investeringen voor mestverwerking

De onzekerheden over de omvang van de mestproduktie maakt het moeilijk om de behoefte aan capaciteit voor mestverwerking in te schatten. De mestproduktie wordt bepaald door het succes van voedertechnische maatregelen. Tabel 19 toont hoe de noodzakelijke investeringen voor mestverwerking sterk kunnen verschillen afhankelijk van voedertechnische maatregelen.

Tabel 19: Investeringen in mestverwerking voor de periode 1994-2002, in miljard BF (in prijzen van 1994).

Evolutie van de veestapel	Zonder voedertechnische maatregelen	Met voedertechnische maatregelen
Minimaal	17,7	2,6
Standstill	20,9	7,0
Maximaal	24,5	10,5

Minimaal = inkrimping veestapel als gevolg van volumemaatregelen en/of economische factoren.
Maximaal = maximale ontwikkeling van de veestapel binnen de grenzen voorzien in het MAP.
Bron : eigen berekeningen.

Een betere kennis van de huidige toestand, de mechanismen die de toekomstige evolutie bepalen en de impact van de maatregelen is noodzakelijk om de investeringen voor mestverwerking en het mestbeleid beter te kunnen plannen. Bij de huidige onzekerheden is het risico op grote onder- of overinvesteringen erg groot.

Invloed van de mestkosten op de continuïteit van de veebedrijven

Voor de inschatting van de capaciteit voor mestverwerking moet men ook rekening houden met de invloed van de mestkosten op de continuïteit van de veebedrijven. De kosten van mestverwerking hebben een grote impact op het rendement van de intensieve veehouderij. Eerste en voorlopige ramingen duiden aan dat het arbeidsinkomen per varken of kip hierdoor kan dalen met 10 % (braadkippen), 25 % (legkippen), 30 % (gesloten varkensbedrijven) tot meer dan 50 % (vleesvarkensbedrijven)[10]. Deze gemiddelde cijfers tonen aan dat minder rendabele bedrijven hierdoor in financiële moeilijkheden zullen komen. Ook in Nederland besluit onderzoek dat de extra milieukosten tot bijkomende bedrijfssluitingen zullen leiden[11]. De overlevingskansen voor bedrijven en deelsectoren zijn moeilijk op voorhand in te schatten. De prijsontwikkeling op de deelmarkten, solvabiliteit van het bedrijf, leningslast, enz. spelen hierbij een rol.

Deze bedrijfssluitingen zorgen voor een daling van de veestapel, de mestproduktie, het mestoverschot en bijgevolg ook de behoefte aan de dure mestverwerking. Het is echter onduidelijk hoe groot de inkrimping van de veestapel zal zijn.

2.7 | Verdelingsaspecten en mestheffingen

Ondanks de beperkte informatie over de kosten van de maatregelen dringt er zich heel duidelijk een hiërarchie op van maatregelen in functie van hun kostprijs. Ieder bedrijf met overschotten zal in de mate van het mogelijke kiezen voor het goedkopere extern hergebruik en zal mestverwerking vermijden. De berekeningen tonen echter aan dat er in Vlaanderen - zelfs bij een ver doorgedreven invoering van voedertechnische maatregelen - toch een zekere hoeveelheid mest verwerkt moeten worden. Dit zal dus tot een overaanbod van mest voor extern hergebruik leiden. Dit overaanbod kan door de markt worden opgelost of het beleid kan ingrijpen door een bepaalde groep van bedrijven tot mestverwerking aan te zetten.

Marktprijs voor het afzetten van dierlijk mest

Zonder bijkomend overheidsingrijpen zal het overaanbod van mest voor extern hergebruik ertoe leiden dat er betaald wordt aan de akkerbouwers voor de afzet van dierlijk mest. De prijs die bijgevolg voor afzet moet betaald worden kan oplopen tot het verschil in kosten van mestverwerking en van extern hergebruik. Men mag dus verwachten dat de prijs van extern hergebruik flink zal stijgen. Deze prijs voor de afzet van dierlijk mest vormt anderzijds een bron van inkomsten voor de akkerbouw.

Overheidsingrijpen via regulering en heffingen

De kosten van mestverwerking hebben een grote impact op het rendement van de veebedrijven, en indien er voor de afzet van dierlijk mest betaald moet worden, geldt dit ook voor extern hergebruik. Rekening houdend met de potentiële economische impact kan de overheid daarom bepaalde groepen van bedrijven aanzetten tot mestverwerking hetzij via regulering, hetzij via heffingen. Het MAP voorziet beide instrumenten.

In het MAP worden bedrijven met een grotere mestproduktie uit gebieden met een groot mestoverschot tot mestverwerking verplicht. Deze bedrijven worden geacht een grotere bijdrage te leveren tot het mestoverschot en een grotere draagkracht te hebben voor de duurdere kosten van mestverwerking. Berekeningen tonen echter aan dat zonder inkrimping van de veestapel en zonder een doorgedreven invoering van voedertechnische maatregelen deze regulering tot onvoldoende mestverwerking leidt om een overaanbod van mest voor extern hergebruik te vermijden[12].

Het MAP stelt bijkomend een vernieuwde mestheffing voor die extern hergebruik zwaarder belast dan mestverwerking of export. Ten tweede betalen grotere mestproducenten (een mestproduktie boven 10 ton P_2O_5, de 'leefbaarheidsgrens') veel hogere heffingen. Bedrijven met een mestproduktie kleiner dan 5 ton P_2O_5 betalen geen heffing als ze geen overschot hebben of als het overschot wordt geëxporteerd of verwerkt (tabel 20). Wordt het overschot verwijderd via extern hergebruik, dan betalen ze een heffing van 2 BF per kg mineralenoverschot. Bedrijven met voldoende grond betalen 10 BF per kg mineralen voor een produktie boven de 10 ton. Als ze een mestoverschot hebben, betalen ze 20 BF per kg mineralen dat wordt afgezet of 2 BF per kg mineralen dat wordt verwerkt of geëxporteerd.

Tabel 20: Mestheffingen zoals voorzien in het MAP, 1993, in BF per kg mineralen.

Omvang bedrijf produktie ton P_2O_5	Geen overschot (voldoende grond)	Overschot: extern hergebruik	Overschot: verwerking of export
$x < 5$	0	2	0
$5 < x < 10$	0	3	0
$10 < x < 15$	10	20	2
$x > 15$	20	25	4

Bron : MAP, 1993.

De voorgestelde heffingstarieven zijn echter te laag om het verschil in kosten tussen mestverwerking en extern hergebruik te overbruggen. Om dit verschil te overbruggen, dient de voorgestelde heffing op extern hergebruik voor grote mestproducenten (20 BF/kg mineralenoverschot) te verdubbelen.

De heffing heeft wel een belangrijk *herverdelend effect*. Kleinere mestproducenten betalen lagere heffingen, hebben relatief lagere kosten voor de reductie van hun overschotten en dragen minder bij tot de financiering van de activiteiten van de mestbank. Bedrijven die hun mestoverschotten oplossen via het goedkopere externe hergebruik dragen relatief meer bij tot de financiering van de activiteiten van de mest-

bank. Als de opbrengsten van de heffingen bijvoorbeeld gebruikt worden om mestverwerking of export te subsidiëren dan worden zo de meerkosten van mestverwerking voor een stuk gespreid over alle mestproducenten. Het overheidsingrijpen via regulering en via mestheffingen heeft een duidelijk zichtbaar herverdelend effect tussen verschillende types van bedrijven en deelsectoren van de veeteelt. Dit effect weegt bijgevolg zwaar door bij de verdere uitwerking van het mestbeleid.

2.8 | Voordelen van de herziening van het verbod op export van dierlijk mest

Met uitzondering van pluimveemest laat de huidige EG-wetgeving en het Waals beleid geen export van dierlijk mest toe. Dit leidt tot de paradoxale situatie dat dierlijk mest in Vlaanderen over een lange afstand wordt getransporteerd naar Vlaamse akkerbouwers terwijl er dichterbij in Wallonië en Noord-Frankrijk akkerbouwgebieden zijn met een tekort aan dierlijk mest. Nochtans kunnen beide regio's voordelen halen uit een gecontroleerd toelaten van mestexport.

Het voordeel voor Vlaanderen is dat lange-afstandstransport over de grens goedkoper is dan mestverwerking. Op een vrije markt zal een Vlaamse producent van overschotten ook bereid zijn om een prijs te betalen voor het afzetten van mest. Deze inkomsten en de besparing op kunstmest zijn een belangrijk potentieel voordeel voor de akkerbouw in de importerende regio.

2.9 | Besluit

Bij de verstrenging van de bemestingsnormen zoals voorzien in het MAP stijgen de mestoverschotten. De *goedkopere en noodzakelijke voedertechnische maatregelen* en *extern hergebruik* volstaan niet om de overschotten te verwijderen. Een gedeelte van de mestoverschotten moet verwerkt worden. Anno 1994 zijn de kosten van mestverwerking zo hoog dat de continuïteit van een gedeelte van de veebedrijven in gevaar komt. De onzekerheid over de evolutie van de omvang van de mestoverschotten maakt het moeilijk om de behoefte aan mestverwerkingscapaciteit goed in te schatten. Het risico op over- of onderinvestering is heel groot.

De herziening van de EG-wetgeving en de Waalse houding zou meer mogelijkheden geven voor de export van de mestoverschotten naar akkerbouwgebieden over de grens. Dit zou de meest economische oplossing zijn met voordelen voor beide regio's. Door de hogere mestkosten wordt de veehouderij wel blijvend gestimuleerd om zich dichter bij akkerbouwgebieden te vestigen, zowel in Vlaanderen als over de grens. Bij het behoud van het huidige exportverbod lijkt een afbouw van de veestapel in Vlaanderen onvermijdelijk.

Als mestverwerking geen haalbare optie is en het exportverbod niet wordt herzien, rijst de vraag of een begeleide afbouw van de veestapel via sterkere volumemaatregelen niet kostenefficiënter is dan bedrijfssluitingen door de werking van de markt.

De oplossingen vragen een strategie voor een economisch en ecologisch duurzame landbouw, in een Europees kader.

Referenties

1 Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de gebruikte methodes verwijzen we naar het wetenschappelijk rapport van dit hoofdstuk.

2 VMM, Resultaten emissiemeetnet Water - 1992, Dienst informatie, Erembodegem, 1993, en VMM, mededeling door dienst heffingen. Merk op dat, in tegenstelling tot in III.6 Waterverontreiniging, de vuilvrachtgegevens gecorrigeerd zijn voor de vuilvracht die de bedrijven opnemen bij de onttrekking van oppervlaktewater. Het betreft dus de toegevoegde vuilvracht.

3 De heffingen anno 1994 worden berekend op basis vervuilingseenheden (VE). Een vervuilingseenheid is de som van de lozingen van zuurstofbindende stoffen (N1), van nutriënten (fosfaat + nitraat) (N3) en van een gewogen gemiddelde van lozingen van zware metalen (N2), elk gewogen met een correctiecoëfficiënt. De formule is dus VE = (k1x N1) + (k2 x N2) + (k3 x N3). De correctiecoëfficiënten zijn gespecifieerd per sector. Zij zijn kleiner dan 1 en verlagen aldus de te betalen heffing per sector. Via die correctie houdt de heffing in zekere mate rekening met de geldende lozingsnormen. Voor de groep bedrijven uit de emissie-inventaris kwamen de lozingen van zuurstofbindende stoffen in 1992 overeen met 4,8 miljoen reële vervuilingseenheden. Dit cijfer komt overeen met de emissie van 91 000 ton CZV in 1992 door diezelfde groep van bedrijven. Zo kunnen we het heffingstarief van 600 BF omrekenen tot een bedrag per kg CZV. Op dezelfde wijze werd het heffingstarief per vervuilingseenheid omgerekend naar heffingen per kg nitraat, fosfaat en zware metalen.

4 De wetgeving op de afvalwaterheffing voorziet correctiecoëfficiënten per sector voor de berekening van de vervuilingseenheden (zie referentie 3). Voor 1995 doven deze coëfficiënten echter uit.

5 S'Jegers, R. e.a., Milieuheffingen: een instrument voor een Vlaams milieubeleid, RUCA, VUB, mei 1993.

6 Mestactieplan, Vlaamse Landmaatschappij, Mestbank, Brussel, 1993. (afgekort als MAP). Dit plan werd goedgekeurd door de Vlaamse executieve op 29 september 1993. De voorstellen hebben echter nog geen kracht van wet en sommige elementen (bv. de heffingen) vormen het voorwerp van verdere discussies.

7 Decreet Vlaamse Raad 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen, Belgisch Staatsblad 28.2.1991, art. 14.

8 TME, Kosten van het Milieubeheer, 1990-2010, in opdracht van Vrom-Nederland, Den Haag, mei 1992 (i.s.m. Tebodin).

TME, aanvullingen op 'Kosten van het Milieubeheer, 1990-2010' in opdracht van Vrom-Nederland, Den Haag, januari 1994.

9 De mesthoeveelheden zijn berekend op basis van het scenario C uit het Mestactieplan. Er is voor dit scenario gekozen omdat dit het midden houdt tussen de berekeningen van het MAP en die van Vianen. Op basis van dit scenario is een preventiescenario berekend met reducties van de uitscheidingscoëfficiënten zoals aangegeven in de tekst.

10 De heffing combineert een financieringsheffing met een regulerende heffing. De financieringsheffing dient om de werkingskosten van de mestbank te dekken en het vooropgestelde bedrag (maximum 150 miljoen BF) is klein in verhouding met de andere kosten. Deze financieringsheffing wordt bovendien niet beïnvloed door een verstrenging van de normen. De totale heffingsopbrengsten zullen groter zijn maar de meerontvangst wordt gebruikt om elementen van het mestbeleid (bv. mestverwerking) te subsidiëren; deze meerontvangst beïnvloedt niet de totale kosten van alle maatregelen.

11 Van Os J., Balthussen W. H. M., Gevolgen van milieumaatregelen voor de continuïteit van veehouderijbedrijven, LEI-DLO, Den Haag, 1992.

12 Vianen J., Economische instrumenten van het mestbeleid, studie voor VLM, Mestbank, Brussel, voorlopig rapport, 1993.

Begeleiders

J. Couder, Studiecentrum voor Technologie, Energie en Milieu v.z.w.

R. Maenhaut, SIREV

C Economische waardering van milieuschade

J. Maes, S. Proost, E. Schokkaert, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Probleemstelling

Om de juiste milieukwaliteitsdoelstellingen van het milieu- en natuurbeleid vast te kunnen stellen, moeten volgens de economische benadering de kosten per eenheid bijkomende reductie en de schadekosten per eenheid bijkomende verstoring tegenover elkaar worden afgewogen (zie V.2A Heffingen). De schadekosten per eenheid bijkomende verstoring kunnen ook gezien worden als de baten van een bijkomende eenheid reductie. Deze afweging moet het mogelijk maken de schaarse middelen die voor het milieubeleid ingezet worden op de meest efficiënte wijze aan te wenden: daar waar ze de meeste baten kunnen opleveren. Dit afwegingskader is van groot belang omdat het toelaat de maatschappelijke discussie rond prioriteiten van het milieu- en natuurbeleid op een zinvolle wijze te structureren.

Hoewel de problemen bij reductie- en schadekosten essentieel dezelfde zijn, is het over het algemeen gemakkelijker de reductiekosten in monetaire termen uit te drukken (zie V.2B Voorbeelden van reductiekosten). Bij de raming van schadekosten moet namelijk rekening gehouden worden met vele economische, sociale en milieuschadegevolgen die moeilijk zijn uit te drukken in geld. In deze bijdrage geven we een kort overzicht van de mogelijkheden en beperkingen van de economische technieken om deze schadekosten te waarderen (2). Vervolgens behandelen we enkele eenvoudige voorbeelden (3).

2 | Verantwoording en situering van economische waarderingstechnieken

2.1 | Situering van economische waarderingstechnieken

Milieu- en natuurschade doet zich voor op zeer verschillende gebieden: sociaal, medisch, ecologisch en economisch. Het waarderen van de verschillende gevolgen is een moeilijke, maar onvermijdelijke opdracht. Wanneer men niet expliciet een waarderingsgewicht toekent aan de verschillende dimensies maar toch beslissingen neemt, spreekt men impliciet een waardeoordeel uit. Op deze wijze worden waardeoordelen weggemoffeld, wat elke rationele en democratische discussie onmogelijk maakt.

Het probleem van de waardering kan op verschillende manieren aangepakt worden, die tot op zekere hoogte complementair zijn. Hierbij rijst de moeilijke vraag wat de juiste rol is van experts in het politiek-democratische proces. Sommigen stellen dat alleen milieu- en natuurexperts over voldoende kennis beschikken om de relatieve prioriteiten van het beleid vast te leggen. Anderen benadrukken dat experts vooral de verschillende gevolgen nauwkeurig moeten beschrijven, maar dat het toekennen van relatieve waarderingsgewichten het voorwerp moet zijn van een maatschappelijk debat. Bij de toepassing van technieken zoals de multi-criteria-analyse biedt men de informatie over de gevolgen op een gestructureerde wijze aan, maar doet men geen poging om ze onder dezelfde noemer te brengen: de gewichten worden dan uiteindelijk binnen het besluitvormingsproces zelf vastgelegd. Economische waarderingstechnieken gaan verder dan dat. Zij proberen de verschillende gevolgen onder één zelfde (monetaire) noemer te brengen en gaan daarbij uit van een inschatting van de voorkeuren van de burgers.

Vanwege de vele moeilijkheden verbonden aan de monetaire waardering van de gevolgen van milieuverstoring geven deze economische waarderingstechnieken

natuurlijk geen éénduidig antwoord op de vraag welke beslissing er uiteindelijk genomen moet worden. Figuur 1 van V.2A Heffingen kan niet zomaar naar de realiteit van de besluitvorming worden overgeplant. Toch kan het resultaat van economische waarderingstechnieken een interessant richtpunt (of misschien zelfs doelwit) vormen waarrond de discussie gestructureerd kan worden. In de VS heeft de economische waardering van de baten in een aantal gevallen reeds geleid tot een versnelde invoering van milieumaatregelen. Een voorbeeld hiervan is de snellere invoering van loodvrije benzine, onder meer op basis van de berekening van de hoge medische kosten en onderwijskosten voor kinderen als gevolg van de schade veroorzaakt door de looduitstoot.

2.2 | Uitgangspunten van economische waarderingstechnieken

Het basisbegrip van de economische waarderingstechnieken is de 'bereidheid tot betalen' van de burgers. Om de schadekosten van een eenheid bijkomende verstoring voor een individu te bepalen, zoeken we een antwoord op de vraag: 'Hoeveel zou dit individu willen betalen om die eenheid bijkomende verstoring te vermijden?' of: 'Welk geldbedrag is er nodig om de bijkomende verstoring te compenseren, dit wil zeggen opdat het individu die eenheid bijkomende verstoring vrijwillig zou aanvaarden?'.

Bij het beantwoorden van deze vraag wordt de waardering door de individuen dan ook niet beperkt tot de onmiddellijk meetbare economische gevolgen. Om deze vraag beter te structureren wordt vaak uitgegaan van een verruimde visie, waarin de waarde van milieu en natuur drie componenten bevat:

- de gebruikswaarde, die betrekking heeft op de onmiddellijke baten die de gebruiker ondervindt bij daadwerkelijk gebruik van het 'milieugoed';
- de optiewaarde, die slaat op de potentiële baten die het gebruik van een milieugoed in de toekomst (ook voor toekomstige generaties) eventueel kunnen opleveren;
- de zijnswaarde, dit is de waarde die een milieu- of natuurgoed heeft, los van elk daadwerkelijk of potentieel gebruik van dat goed.

De markt geeft geen goed beeld van deze drie waarden. Dit geldt vooral duidelijk voor de optiewaarde en de zijnswaarde. In 2.3 geven we een bondig overzicht van de beschikbare technieken om de 'individuele bereidheid tot betalen' te waarderen. Geen van deze technieken levert volledig betrouwbare resultaten op. Er zijn twee essentiële problemen aan verbonden. In de eerste plaats zijn gewone burgers vaak onvoldoende geïnformeerd om de milieuverstoring op een zinnige wijze te kunnen waarderen. In dat geval zal hun subjectieve 'bereidheid tot betalen' geen goede maatstaf zijn voor de reële (vaak toekomstige) gevolgen op hun welvaart. De resultaten van de economische waarderingstechnieken zullen in dat geval ongetwijfeld met informatie van experts moeten worden aangevuld.

In de tweede plaats moet de 'algemene' bereidheid tot betalen bepaald worden door aggregatie van de verschillende 'individuele' waarderingen. Rijkere en armere individuen zullen dezelfde milieuverstoring verschillend waarderen, omdat de rijkere individuen het zich gemakkelijker kunnen veroorloven voor het milieu te betalen. In principe kan met dit probleem rekening gehouden worden door verdelingsgewichten toe te kennen aan de verschillende inkomensklassen. In de praktijk gebeurt dit zelden. Het is dan ook belangrijk de verdelingseffecten op een andere wijze expliciet in de analyse te introduceren (zie V.2D Verdelingseffecten van heffingen).

2.3 | Enkele methoden

In grote lijnen kunnen we twee benaderingen voor waardering onderscheiden: de meting via interviewtechnieken en de waardering op basis van observaties van marktgedrag.

Interviewtechnieken

Bij de interviewtechnieken gaat men aan individuen rechtstreeks vragen hoe groot hun bereidheid tot betalen voor vermindering van de milieuschade is of welke compensatie zij nodig hebben voor aanvaarding van de milieuschade. Dit blijkt voor respondenten een zeer moeilijke vraag te zijn en de antwoorden worden beïnvloed door de gebruikte formulering. Dit is zeker het geval wanneer de respondenten ondervraagd worden over een milieuprobleem waarmee zij niet vertrouwd zijn. Bovendien vormen de antwoorden op een enquêtevraag niet altijd een goede voorspelling van het reële gedrag. Er is de mogelijkheid van strategisch gedrag bij de respondenten. Enerzijds is het mogelijk dat respondenten vrezen dat de bijdrage die zij moeten betalen afhankelijk is van hun antwoord zodat zij hun waardering gaan onderschatten. Anderzijds kunnen de respondenten die de schade als ernstig ondervinden hun waardering sterk overdrijven in de hoop zo de gemiddelde waardering op te drijven. Daar komt nog bij dat milieubewustzijn nog geen milieuvriendelijk gedrag impliceert (zie V.3D Maatschappelijk milieudebat). Om de betrouwbaarheid van deze technieken te verhogen, is het noodzakelijk dat de concrete vraagstelling precies aansluit bij de gedragssituatie en dat de respondenten zich duidelijk bewust zijn van de verplichting tot betalen. Interviewtechnieken hebben wel het voordeel dat zij voor om het even welke problematiek toegepast kunnen worden en mits zorgvuldige formulering toelaten de gebruikswaarde, de optiewaarde en de zijnswaarde in te schatten.

Observatie van marktgedrag

De analyse van marktgedrag kan op verschillende wijzen gebeuren. De milieuverstoring heeft soms onmiddellijke gevolgen op de produktie van marktgoederen. In dat geval is de waardering niet zo moeilijk omdat voor die goederen de prijs een goede indicator is van 'de bereidheid tot betalen' van de individuen. Iets moeilijker is de waardering van de verminderde produktiviteit van individuen, bijvoorbeeld als gevolg van gezondheidsproblemen. Hier wordt veelal aangenomen dat deze produktiviteit goed benaderd kan worden met de bruto loonkosten. In deze benadering wordt verondersteld dat de arbeidsmarkt voldoende flexibel is.

Marktgedrag kan ons nog op andere wijzen nuttige informatie verstrekken. Soms reageren individuen op milieuverstoringen: zo kunnen ze geluidswerend glas installeren om lawaaihinder te vermijden. De kosten die samenhangen met deze gedragsveranderingen worden door de individuen vrijwillig gedragen en geven ons een inzicht in hun eigen monetaire waardering van de milieuhinder. In bepaalde gevallen wordt de waardering van individuen gereflecteerd in prijsveranderingen: een goed voorbeeld is de relatief lage prijs van woningen in zones met geluidsoverlast. Dit geeft ons een eerste benadering van de prijsreductie die gewenst wordt om de milieuverstoring te aanvaarden.

De waardering door observatie van marktgedrag laat enkel toe om de gebruikswaarde in te schatten en dit voor zover gewijzigd marktgedrag door milieuschade waarneembaar is. Het verdient aanbeveling voor elk probleem de verschillende mogelijke technieken toe te passen en de resultaten kritisch met elkaar te confronteren.

3 | Enkele voorbeelden van economische waardering van milieuschade

Wij hebben geopteerd voor twee voorbeelden, die zich op verschillende milieuproblemen situeren, verschillende technieken gebruiken en waarvoor in binnen- of buitenland gegevens beschikbaar waren (tabel 1). Met deze voorbeelden willen wij slechts enkele technieken illustreren om tot monetaire schadewaardering te komen. Voor beide voorbeelden beschrijven we de gebruikte waarderingsmethode en geven

we een schatting voor Vlaanderen.

Tabel 1: De gebruikte waarderingstechnieken voor de milieuschade door fotochemische luchtverontreiniging en geluidsoverlast van vliegtuigen.

Milieuprobleem	Gebruikte waarderingsmethode
Fotochemische luchtverontreiniging (cfr. III.2B)	• observatie van produktiewijzigingen • observatie van produktiviteitsveranderingen • interviewtechnieken
Geluidsoverlast van vliegtuigen (cfr. III.8)	• observatie van prijsveranderingen

De schattingen voor Vlaanderen moeten sterk gerelativeerd worden. De voornaamste beperkingen hebben te maken met de onvolledige kennis van de milieugevolgen zelf en met de beperkte overdraagbaarheid van buitenlandse waarderings- en kostencijfers naar Vlaanderen. Zo kan bijvoorbeeld de subjectieve appreciatie van de schade van een extra ziektedag veroorzaakt door milieuvervuiling mede beïnvloed worden door de mate van sociale zekerheid.

De batencijfers die hier gerapporteerd worden, zijn ramingen uit het verleden. Om ze toegankelijker te maken, werden ze omgezet in BF met koopkracht 1993. De groei van de levensstandaard en de veranderingen in de behoeften van de bevolking werden niet verrekend. Deze 'niet-verrekening' leidt tot onnauwkeurigheden omdat de milieukwaliteit over het algemeen beschouwd wordt als een goed waarvoor de bereidheid tot betalen toeneemt bij stijgende welvaart. De batencijfers zijn niet opgesplitst per betrokken deelgroep waardoor de verdelingseffecten worden verwaarloosd.

3.1 | Fotochemische luchtverontreiniging

De oorzaken en gevolgen van fotochemische luchtverontreiniging worden uitgebreid behandeld in III.2B Fotochemische luchtverontreiniging. Aangezien ozon voor de foto-oxydantia de meest representatieve stof is, spreken we in het vervolg enkel nog over ozon. Te veel ozon in de laagste luchtlagen (troposferisch ozon) heeft een negatieve invloed op de gezondheid. Wij gebruiken in onze oefening een drempel van ozonconcentratie voor gezondheidseffecten gelijk aan 240 $\mu g/m^3$ als gemiddeld uurmaximum dat niet meer dan 5 dagen overschreden zou mogen worden. Verder brengt een te hoge achtergrondconcentratie van troposferisch ozon schade toe aan landbouwprodukten en sierplanten. Ook allerlei soorten organisch materiaal kunnen worden aangetast.

Wij willen de baten van een vermindering van het ozongehalte (piek en achtergrond) met 10 % schatten, omdat de Amerikaanse studies ook op dit richtcijfer gebaseerd zijn. Deze batenschatting levert nuttige informatie voor een Vlaamse deelname in internationaal overleg rond NOx- en VOS-uitstootvermindering.

Waarderingsmethode

Wij beschrijven eerst bondig de waarderingsmethode, zoals ze in talrijke Amerikaanse studies werd toegepast.

Om de gezondheidsbaten te waarderen gaan we in twee stappen te werk: eerst worden dosis-effect functies geschat waarna elk van de negatieve gevolgen monetair gewaardeerd worden.

Wij maken gebruik van een epidemologisch geschatte dosis-effect relatie voor de ademhalingsgevolgen. Bij de gevolgen maken we een dubbel onderscheid: enerzijds tussen de dagen met rust in bed en de dagen met verminderde activiteit en anderzijds

tussen de gevolgen voor volwassenen en voor kinderen. De verklarende dosisvariabele is het aantal dagen dat de ozonnorm wordt overschreden. Voor de niet-ademhalingsgevolgen wordt een klinische dosis-effect relatie gebruikt. De niet-ademhalingsgevolgen die we onderzoeken zijn hoofdpijn en irritatie van de ogen.

De waardering van de ziekteverschijnselen bestaat uit de som van drie elementen. Ten eerste, de bruto loonkosten van de verloren werkdag. De bruto loonkosten geven een benadering van de waarde van alle goederen en diensten die door de inzet van die arbeidsdag geproduceerd worden. Ten tweede, de extra medische en transportkosten die noodzakelijk worden door de ziekteverschijnselen. Hier tellen we de volledige medische kosten en niet enkel het remgeld. Ten derde, de subjectieve waardering van de ziekteongemakken zelf. De individuen werden door middel van enquêtes gevraagd naar hun betalingsbereidheid om een dag met hoofdpijn, astmaverschijnselen of neusverkoudheid te vermijden.

De getrapte methode die we hier voorstellen voor de waardering van gezondheidsgevolgen is wellicht betrouwbaarder dan de twee alternatieve methodes: de analyse van prijsveranderingen en directe enquêtering. In de eerste benadering worden de prijzen van gelijkaardige woningen vergeleken in vergelijkbare steden maar met verschillende piekozongehaltes. De verschillen in woningprijzen worden dan geïnterpreteerd als de waardering van de ozongehaltes. Voor een kritische bespreking van de voor- en nadelen van deze methoden, verwijzen wij naar 3.2.

Bij directe enquêtering wordt aan de getroffen inwoners gevraagd hoeveel zij willen betalen voor een vermindering van het ozongehalte. Het voornaamste probleem bij deze methode is de moeilijkheid voor de bevolking om een direct verband te leggen tussen ozongehaltes en de gezondheidsverschijnselen die zij ondervinden. Vandaar onze voorkeur voor de getrapte methode waarbij alleen de duidelijk waarneembare gezondheidsgevolgen door middel van enquêtetechnieken gewaardeerd worden.

De baten van een ozonverbetering voor de landbouwopbrengst stellen we in eerste instantie gelijk aan de toename in de brutowinst van de landbouwbedrijven. De toename in de brutowinst wordt bepaald door de toename van de landbouwproduktie te berekenen met behulp van experimentele dosis-opbrengst relaties en deze toename te waarderen volgens de wereldprijs. We nemen de wereldprijs omdat de prijs die de producenten krijgen dikwijls zwaar gesubsidieerd wordt door de overheid en dus niet langer de waarde voor de consumenten weergeeft. In tweede instantie kan rekening gehouden worden met een prijsvermindering als gevolg van het hogere aanbod: dit zal de baat van de extra produktie verminderen omdat de extra hoeveelheden voor de consument minder waard zijn. In de meer uitgebreide studies wordt ook rekening gehouden met een optimale aanpassing van de teelten aan de vermindering van het verwachte ozongehalte.

De kosten van schade aan de materialen worden ook berekend aan de hand van dosis-effectstudies. De geschatte gevolgen worden dan vermenigvuldigd met de vervangingskosten van de beschadigde materialen.

Schadeschatting voor Vlaanderen

Alle batenschattingen zijn extrapolaties op basis van resultaten voor de VS omdat voor Vlaanderen, en meer algemeen voor Europa, weinig studieresultaten beschikbaar zijn. De batenschattingen betreffen een vermindering van het ozongehalte met 10 % en er wordt een boven- en ondergrens ingeschat. We behandelen achtereenvolgens de gezondheidsbaten, de landbouwbaten en de baten op het vlak van de materialen.

De totale gezondheidsbaten voor de VS van een 10 %-vermindering van de ozonconcentratie bedragen 58,13 miljard BF per jaar met een lage schatting van 43,56 miljard BF en een hoge schatting van 86,19 miljard BF. Deze schattingen gebeurden op basis

van ozonconcentraties voor verschillende jaren en betreffen meestal een waardering voor het midden van de jaren '80 (studieresultaten opgetekend in 1985). Zij zijn te interpreteren in functie van de levensstandaard in die periode. De monetaire waardering werd wel gecorrigeerd voor inflatie (BF met koopkracht van 1993). We veronderstellen dat deze baten hoofdzakelijk betrekking hebben op de inwoners van gebieden waar de ozondrempel van 240 $\mu g/m^3$ wordt overschreden. Het gaat hier om 45,625 miljoen mensen. De jaarlijkse baat van de ozonvermindering bedraagt dus in de VS, per inwoner uit gebieden die boven de ozondrempel zitten, gemiddeld 1 263 BF (boven- en ondergrens: 955 tot 1 889 BF per persoon).

Het aantal inwoners in Vlaanderen dat in gebieden met een ozongehalte van gemiddeld meer dan 240 $\mu g/m^3$ leeft in de periode 1987-90, bedraagt op basis van berekeningen met IHE-cijfers 2,28 miljoen. We nemen aan dat de waardering van 10 % ozonreductie in Vlaanderen per betrokken persoon gemiddeld lager zal liggen dan in de VS omdat de brutolonen en de kosten van medische verzorging hier lager liggen, dit zowel volgens koopkrachtvergelijkingen als volgens vergelijkingen op basis van wisselkoersen. Wij gebruiken voor Vlaanderen een batencijfer per individu dat 76 % bedraagt van het VS-cijfer. Dit komt overeen met de verhouding van de Vlaamse ten opzichte van de Noordamerikaanse brutolonen in de industrie en niet noodzakelijk met de verhouding van hun medische kosten. De baat is dus gelijk aan 959 BF per inwoner van gebieden boven de gehanteerde ozondrempel. De totale baat voor Vlaanderen op het vlak van de gezondheid is dan gelijk aan 959 BF x 2,28 miljoen = 2,186 miljard BF per jaar met 1,654 tot 3,272 miljard BF als onder- en bovengrens.

De totale baat op het vlak van de landbouwproduktie wordt in de VS geschat op 26,3 miljard BF met als onder- en bovengrenzen respectievelijk 8,7 miljard BF en 43,8 miljard BF. Dit cijfer wordt overgeplant naar Vlaanderen met behulp van twee correctiefactoren. Ten eerste wordt aangenomen dat de globale landbouwproduktie in Vlaanderen maar 1,37 % bedraagt van de globale landbouwproduktie in de VS en dat de baat op landbouwvlak overeenkomstig vermindert. Wij beperken ons tot deze globale cijfers omdat gedetailleerde berekeningen per landbouwgewas niet mogelijk waren. Ten tweede bedraagt het gemiddelde ozongehalte tijdens het groeiseizoen in Vlaanderen maar 77,7 % van dat in de VS. We veronderstellen daarom dat de totale initiële schade van ozon en de baat van een ozonvermindering bijkomend proportioneel verminderd moeten worden voor Vlaanderen. Dit geeft een totale baat voor de landbouw van 280 miljoen BF per jaar met als ondergrens 93 miljoen BF en bovengrens 466 miljoen BF.

We berekenen de baten voor de niet-landbouwvegetatie en voor de materialen analoog. Deze baten bedragen respectievelijk 0,93 miljoen BF en 147 miljoen BF per jaar. Hiervoor konden we geen grenzen vaststellen.

Besluit

Een vermindering van het troposferisch ozongehalte met 10 % brengt een totale baat mee voor Vlaanderen van 2,615 miljard BF per jaar met als onder- en bovengrenzen 1,817 en 3,923 miljard BF. Hierin domineren de baten voor de gezondheid (2,6 miljard BF per jaar). Vooral de piekozongehaltes veroorzaken grote schade en deze schade moet vergeleken worden met de kosten van een verminderde uitstoot van de twee precursoren (VOS en NOx) tijdens de piekperiodes (zie III.2B Fotochemische luchtverontreiniging). Dit is een belangrijke input voor internationale overeenkomsten terzake.

3.2 | Vliegtuiglawaai

Het omgevingslawaai van vliegtuigen rond Zaventem wordt in Vlaanderen als een belangrijke vorm van hinder beschouwd (zie III.8 Hinder: lawaai en trillingen). Momenteel bestaat er geen wetgeving die grenswaarden oplegt aan het geluidsniveau in de omgeving van de luchthaven. Wel bestaan er maximaal toegelaten geluidsemissieniveaus voor de vliegtuigen zelf.

Waarderingsmethode

Een veel gebruikte techniek voor de evaluatie van geluidshinder vertrekt van de hypothese dat woningen in gemeenten met meer geluidshinder relatief goedkoper moeten zijn om kopers te kunnen aantrekken. Het prijsverschil tussen gelijkaardige woningen in gemeenten met een verschillend niveau van geluidshinder geeft dan een raming van de totale monetaire compensatie die men moet toekennen om de geluidshinder te dragen.

De gebruikte ramingstechniek is gebaseerd op de hypothese van een perfect werkende woningmarkt zonder transactiekosten. Transactiekosten zijn de kosten en de moeite bij verkoop en aankoop en ook de belastingen verbonden aan de transactie zelf. Verder onderschat deze techniek de schade van de lawaaihinder omdat zij zich beperkt tot de directe hinder van de huisbewoners en geen rekening houdt met de hinder in andere gebouwen (kantoren, scholen) of met hinder die slechts indirect en vertraagd samenhangt met lawaaioverlast zoals psychische belasting. Het is mogelijk dat de gebieden met geluidsoverlast tegelijkertijd lokalisatievoordelen hebben die de woningprijs doen toenemen waardoor de geluidshinder onderschat wordt. De techniek kan ook de schade van vliegtuiglawaai overschatten omdat potentiële inwoners vanwege een andere reden de gebieden met geluidsoverlast mijden zoals bijvoorbeeld hoger risico voor neerstortende vliegtuigen en luchtverontreiniging.

De schadeschatting kan niet zomaar gebruikt worden bij het opstellen van geluidsnormen. Daarvoor is bijkomende informatie vereist in de vorm van meer continue metingen en waarderingen van geluid met een differentiatie naar dag en nacht.

Schadeschatting voor vliegtuiglawaai rond Zaventem

De Kock[1] geeft een schadeschatting voor de totale lawaaihinder van overvliegende toestellen voor een aantal gemeenten in de omgeving van Zaventem.

Concreet worden de prijzen van de verkoop van woningen in 1972 en 1973 in drie gemeenten met extra vliegtuiglawaai vergeleken met de prijzen van zes andere gemeenten rond Brussel met weinig vliegtuiglawaai. Na correctie voor de andere verschillen tussen de woningen zoals bijvoorbeeld grootte en ouderdom, verkreeg men voor woningen in de gemeenten met vliegtuiglawaai een prijs die gemiddeld 22 % lager lag. Toepassing van deze percentages op de totale waarde van de woningen in het gebied met geluidsoverlast resulteerde in een totale schade van 5,855 miljard BF in 1973 of 16,5 miljard BF tegen prijzen van 1993. Dit is een schatting van de totale schade van de in de toekomst te verwachten geluidsoverlast in de drie betrokken gemeenten.

Natuurlijk zijn deze cijfers gezien het verouderd karakter van de informatie (schattingen voor 1972 en 1973) en de verwaarlozing van transactiekosten niet direct bruikbaar voor beleidsdoeleinden. Dit onderzoek is echter het enige rond dit thema in Vlaanderen en levert ongetwijfeld een frappant resultaat: een vermindering van de woningprijzen met 22 %. Daarom kan het een belangrijke inspiratiebron zijn voor verdere studie.

4 | Besluit

In Vlaanderen is er bijna geen ervaring met de monetaire inschatting van milieuschade. Het voorbeeld over het vliegtuiglawaai vormt de enige studie rond dit thema in Vlaanderen en is gebaseerd op cijfers van 1972/1973! Toch illustreert deze studie dat economische waarderingstechnieken tot frappante resultaten kunnen leiden. Ons voorbeeld over fotochemische luchtverontreiniging lijdt eveneens onder een gebrek aan specifieke informatie maar illustreert de principiële mogelijkheid om de schade van milieuverstoring monetair te benaderen.

Het afwegingsschema van V.2A Heffingen toont aan dat enig inzicht in de schadekosten per eenheid bijkomende verstoring noodzakelijk is om op een rationele wijze prioriteiten van het milieubeleid vast te leggen. Dit is vooral belangrijk waar de kosten per eenheid bijkomende reductie van de verstoring sterk stijgen.

In de VS is een voorafgaandelijke monetaire schatting van de schade- en van de reductiekosten vereist bij elke belangrijke beleidsingreep inzake milieu. De ervaring wijst uit dat dit zeker niet noodzakelijk tot een vermindering van de milieu-inspanningen leidt. Toch weerspiegelt de Amerikaanse wetgeving wellicht een té optimistische beoordeling van de mogelijkheden van de economische waarderingstechnieken. Hun beperkingen zijn bij de huidige stand van de wetenschappelijke kennis nog groot. Dit mag echter geen excuus zijn om niet onmiddellijk te beginnen met de verzameling van meer en betere gegevens die kunnen helpen om een beter inzicht op te bouwen in de schadekosten van de milieuverstoring of, omgekeerd, de baten van het milieubeleid. Op een voorzichtige wijze geïnterpreteerd, kunnen de resultaten van economische waarderingstechnieken een nuttig referentiepunt vormen voor het maatschappelijke debat.

Referenties

1 De Kock S., Monetaire evaluatie van vliegtuiglawaai als extern effect, KUL, Leuven, 1979.

Begeleiders

J. Couder, Studiecentrum voor Technologie, Energie en Milieu v.z.w.

R. Maenhaut, SIBEV

A. Verbeke, VUB

D Verdelingseffecten van heffingen

A. Decoster, H. Van Dongen, Centrum voor Economische Studiën, KUL

1 | Probleemschets en doelstellingen

In deze bijdrage evalueren wij de welvaarts- en verdelingseffecten van milieuheffingen voor de huishoudens. We doen dit voor de afvalwaterheffing in Vlaanderen, het Europese voorstel voor de invoering van een CO_2-energiebelasting en de energiebelasting in België. De verdelingseffecten van andere instrumenten van milieubeleid (reguleringen, milieurechten, statiegeldsystemen, enz.) kunnen we met de beschikbare methode niet evalueren. Bovendien laten deze methode en de beschikbare gegevens enkel toe huishoudens te bestuderen.

In de politieke arena wordt de haalbaarheid van milieuheffingen vaak mede beïnvloed door overwegingen over de gevolgen voor de welvaart van de gezinnen. Hoe sterk zal de welvaart van de huishoudens veranderen? Is de verdeling van de last van de heffing gelijk verdeeld over de huishoudens? Deze effecten worden soms bestudeerd aan de hand van 'typegezinnen' waarvoor de gevolgen van de milieuheffing worden berekend. Hierin schuilt het gevaar de evaluatie te stoelen op de gevolgen voor een beperkte bevolkingsgroep: het vaak gekozen tweeverdienersgezin met twee kinderen maakt bijvoorbeeld slechts 7,7 % van het totale aantal Belgische gezinnen uit. Bovendien worden de gevolgen van een milieuheffing doorgaans berekend in de veronderstelling dat huishoudens hun gedrag niet wijzigen. Men gaat er dan bijvoorbeeld van uit dat de huishoudens evenveel energie gebruiken na de invoering van een energieheffing als voorheen. Onze methodologie laat toe het verschil in impact van milieuheffingen te evalueren in functie van de kenmerken van de huishoudens waarbij we rekening houden met mogelijke gedragsaanpassingen.

Als maatstaf van de welvaart van huishoudens hanteren we hun uitgaven voor goederen en diensten. De uitgaven hangen af van de prijzen van goederen en diensten en van bepaalde kenmerken van huishoudens (inkomen, samenstelling, leeftijdsstructuur, enz.). Milieuheffingen beïnvloeden de prijzen van goederen en diensten en daardoor de bestedingen van de huishoudens. Verschillende bestedingspatronen impliceren dat huishoudens op verschillende wijze getroffen worden door de milieuheffing. Daarom is het belangrijk met gegevens van individuele huishoudens te werken. We verwachten dat huishoudens door deze prijsveranderingen hun aankoopbeslissingen zullen herzien. Er zijn twee verschillende effecten. Inkomenseffecten zijn het gevolg van een verandering in de totale koopkracht van de huishoudens: bij een prijsverhoging kunnen zij met hetzelfde inkomen niet meer hetzelfde goederenpakket kopen als vroeger. Daarnaast treden er prijseffecten op: het huishouden vervangt de goederen die door de heffing duurder zijn liever door goedkopere goederen. Om de gevolgen voor de welvaart juist te kunnen inschatten, moet er rekening gehouden worden met dit soort gedragsveranderingen. Dit geldt zeker voor milieuheffingen waarmee veranderingen in het gedrag worden beoogd.

2 | Gegevens en werkwijze[1]

2.1 | Gegevens

We hebben gegevens gebruikt van de laatste gezinsbudgetenquête (1987/1988) van het Nationaal Instituut voor de Statistiek[2]. We hebben uit de 3 315 huishoudens de 1 483 Vlaamse huishoudens gekozen. Voor ieder huishouden hebben we gegevens over:

- de kenmerken van het huishouden zelf: leeftijdsstructuur, gezinsgrootte, opleiding van de gezinsleden, statuut van tewerkstelling, wooncomfort enz.;
- de bestedingen van het huishouden aan 751 verschillende goederen en diensten gedurende 1 jaar (van 1 mei 1987 tot 30 april 1988 of van 1 juni 1987 tot 31 mei 1988).

De gegevens van de gezinsbudgetenquête voor 1987-88 vormen ons enige uitgangspunt. Als we de impact onderzoeken van milieuheffingen uit latere jaren (de afvalwaterheffing ingevoerd in 1991 of de CO_2-belasting gepland voor het jaar 2000), dan blijft de structuur van bestedingen en belastingen van 1988 behouden: we veronderstellen dan telkens dat de beschouwde milieuheffing wordt doorgevoerd in 1988.

2.2 | Werkwijze

Op basis van de gemelde bestedingen in de enquête berekenen wij voor elk huishouden uit de steekproef welk deel van de bestedingen feitelijk diende voor het betalen van de belastingen die verbonden zijn aan de aankoop van goederen en diensten. Dit zijn de betaalde indirecte belastingen (BTW, accijnzen, enz.) vóór de invoering van de milieubelasting. De betaalde belastingen na de milieuheffing worden gesimuleerd. De gevolgen van de milieuheffing voor het huishouden kunnen benaderd worden door het verschil in de betaalde belastingen (voor en na de invoering van de milieuheffing). De simulaties kunnen op twee manieren gebeuren: met of zonder gedragsaanpassingen.

Bij een model met gedragsaanpassingen moeten we de gedragsparameters schatten. De parameters die de gedragsaanpassingen van de huishoudens beschrijven, worden bepaald in een consumentenmodel: op basis van statistisch materiaal uit het verleden (Nationale Rekeningen en gezinsbudgetenquête) schatten we een vraagmodel dat inkomens- en prijseffecten bevat[3]. Deze geschatte inkomensparameters en prijsparameters voor de verschillende goederen geven weer in welke mate het gebruik van het goed (procentueel) zal veranderen naarmate het inkomen van het huishouden (procentueel) groter of kleiner wordt, of naarmate de prijs van het goed (procentueel) stijgt of daalt. Om statistische redenen is het onmogelijk prijs- en inkomenseffecten te schatten voor de 751 goederen en diensten. De bestedingsgegevens voor individuele goederen en diensten worden daarom gegroepeerd in een beperkt aantal goederengroepen. Het gebruikte model beschrijft 32 goederengroepen. Ook de indirecte belastingtarieven op individuele goederen en diensten worden vertaald in geaggregeerde tarieven voor de 32 goederengroepen. Vertrekkend van de geschatte prijs- en inkomenseffecten, de bestedingsgegevens en de belastingvoet voor en na de heffing voor de 32 aggregaten worden de nieuwe bestedingen en betaalde belastingen gesimuleerd.

We schatten prijs- en inkomenseffecten voor 32 goederengroepen: gedragsaanpassingen kunnen dus *enkel* bepaald worden voor deze goederengroepen. Bij de studie van de CO_2-/energiebelasting kunnen we de gedragsaanpassingen verrekenen: de verschillende energievormen worden immers als aparte goederengroepen behandeld bij de studie van de prijs- en inkomenseffecten.

Voor de 751 individuele goederen of voor alternatieve goederengroepen kunnen we enkel simulaties zonder gedragsaanpassingen uitvoeren. In ons model met 32 goederengroepen beschikken we bijvoorbeeld niet over prijs- en inkomenseffecten voor het waterverbruik. De gezinsbudgetenquête bevat wel afzonderlijke informatie over de gefactureerde uitgaven voor waterverbruik in 1987-88. Bijgevolg laat de structuur van de bestedingen in de gezinsbudgetenquête enkel toe de verdelingseffecten van de afvalwaterheffing te evalueren *zonder* verrekening van gedragsaanpassingen: we kunnen niet nagaan in hoeverre de afvalwaterheffing aanleiding zou geven tot een zuiniger waterverbruik.

2.3 | Evaluatie

We kunnen de gesimuleerde veranderingen in de betaalde belastingen als gevolg van de milieuheffing voor de individuele huishoudens bestuderen in het licht van alle gezinskenmerken die in de budgetenquête aanwezig zijn. In politieke discussies wordt veel aandacht besteed aan het inkomen. De centrale vraag luidt dan: hoe worden de huishoudens in verschillende inkomensgroepen getroffen door de betreffende maatregel? Andere (politiek) relevante kenmerken zijn de leeftijd van het gezinshoofd, het socio-professionele statuut (arbeider, bediende, zelfstandige, gepensioneerde, werkloze, enz.), de omvang en samenstelling van het huishouden, enz.. We beperken ons bij de evaluatie van de afvalwaterheffing en de CO_2-/energiebelasting tot 2 kenmerken: de totale bestedingen en de gezinssamenstelling[4]. De resultaten in deze bijdrage zijn in de eerste plaats illustratief voor de mogelijkheden van de gebruikte methodologie: materiaal aanreiken voor het politieke debat over verdelings- en welvaartseffecten van milieuheffingen.

3 | De afvalwaterheffing in Vlaanderen

3.1 | Beschrijving en berekening

Sinds 1991 geldt in Vlaanderen een nieuwe heffing op de verontreiniging van oppervlaktewater[5]. De heffingplichtigen worden in twee groepen verdeeld: kleinverbruikers en grootverbruikers. Kleinverbruikers zijn de heffingplichtigen die minder dan 500 m^3 water per jaar van het drinkwaternet afnemen en/of over eigen waterwinningen beschikken met een beperkt pompvermogen van minder dan 5 m^3 per uur. Grootverbruikers zijn alle overige heffingplichtigen die meer dan 500 m^3 leidingwater per jaar afnemen en/of over pompen voor waterwinning beschikken met een vermogen van minstens 5 m^3 per uur. Zowel kleinverbruikers als grootverbruikers kunnen natuurlijke personen of rechtspersonen zijn.

De heffingen op afvalwater worden bepaald door middel van formules die een verschil maken tussen kleinverbruikers en grootverbruikers, en tussen natuurlijke personen en rechtspersonen. We beperken ons tot de kleinverbruikers en de natuurlijke personen, omdat we veronderstellen dat private huishoudens enkel tot deze categorieën behoren. Drie gevallen kunnen zich voordoen: 1) enkel aansluiting op de waterleiding, geen eigen waterwinning; 2) enkel eigen waterwinning, geen aansluiting op de waterleiding; 3) zowel aansluiting op de waterleiding als eigen winning. We veronderstellen dat geval 2 van toepassing is, wanneer de budgetenquête geen geregistreerde uitgaven voor water bevat. Geval 3 wordt niet onderzocht, omdat de nodige gegevens ontbreken.

De regeling voor het heffingsjaar 1991 voorziet sociale correcties in de vorm van verminderingen naarmate het aantal kinderen stijgt en een heffingsvrijstelling voor de eerste 30 m^3. Het minimumbedrag van de heffing is 300 BF. Voor huishoudens die alleen beschikken over een aansluiting op de waterleiding en niet over een eigen winning (geval 1) wordt de heffing bepaald op basis van het gefactureerde waterverbruik in m^3 of de totale gefactureerde kosten exclusief BTW gedeeld door 20. Voor huishoudens die enkel over een eigen waterwinning beschikken (geval 2) wordt uitgegaan van een waterverbruik van 30 m^3 per gezinslid.

In het Programmadecreet 1992[6] is een nieuwe regeling voor het heffingsjaar 1992 uitgewerkt. De afvalwaterheffingen in 1991 en 1992 verschillen enkel door de wijze waarop de sociale correcties zijn ingebouwd: de sociale correcties zijn vervangen door een getrapte heffing in functie van de hoogte van het waterverbruik. De bepaling van het waterverbruik als basis voor de heffing gebeurt op dezelfde manier als in 1991[7].

3.2. | Winnaars en verliezers

We voeren drie simulaties uit en vergelijken ze onderling. In de eerste twee simulaties berekenen we voor alle gezinnen de betaalde afvalwaterheffing op het waterverbruik in 1987-88, overeenkomstig de regeling voor respectievelijk het heffingsjaar 1991 en het heffingsjaar 1992. De weerslag hiervan wordt geëvalueerd door beide regelingen te vergelijken met een fictieve regeling waarbij geen enkele sociale correctie wordt doorgevoerd.

Bij de evaluatie van de afvalwaterheffing concentreren we ons op twee kenmerken: de totale bestedingen en de gezinssamenstelling. De resultaten vatten we samen in 2 tabellen. Tabel 1 geeft inzicht in de verdelingseffecten van de afvalwaterheffing volgens de totale bestedingen. De resultaten worden weergegeven per bestedingsdeciel: de huishoudens zijn gerangschikt volgens de hoogte van de totale bestedingen en vervolgens ingedeeld in 10 groepen van gelijke omvang. Deciel 1 groepeert de 10 % gezinnen met de laagste totale bestedingen, het tiende deciel bevat de 10 % grootste besteders. In de eerste kolommen worden de gemiddelde totale bestedingen en de gemiddelde bestedingen aan water weergegeven voor de verschillende bestedingsdecielen. De volgende kolommen tekenen de simulatieresultaten uit voor de drie berekeningswijzen van de afvalwaterheffing.

Tabel 1: Verdeling van de afvalwaterheffing over de bestedingsdecielen van huishoudens.

	Gemiddelde besteding per huishouden		Gemiddelde afvalwaterheffing (in BF van 1988) en aandeel ervan in de gemiddelde bestedingen (in %[a]) per huishouden					
Deciel	Totaal 1988	Water 1988	Geval 1 1991		Geval 2 1992		Geval 3 zonder correcties	
	BF	BF	BF	%	BF	%	BF	%
1	257 329	1 596	419	0,17	369	0,15	669	0,27
2	364 904	2 526	756	0,21	665	0,18	1 029	0,28
3	455 691	2 374	704	0,15	587	0,13	1 022	0,22
4	541 391	2 264	755	0,14	559	0,10	1 116	0,21
5	620 761	2 346	700	0,11	495	0,08	1 097	0,18
6	704 914	3 146	996	0,14	789	0,11	1 400	0,20
7	804 584	3 288	965	0,12	782	0,10	1 374	0,17
8	930 912	3 402	1 066	0,11	845	0,09	1 474	0,16
9	1 090 893	3 787	1 227	0,11	975	0,09	1 677	0,15
10	1 631 021	4 304	1 314	0,08	1 119	0,07	1 780	0,12
Alle	740 745	2 906	891	0,14	719	0,11	1 265	0,20

[a] *Gemiddelden per deciel van de procentuele aandelen van de afvalwaterheffing in de globale bestedingen per gezin en niet de procentuele aandelen berekend op de gemiddelden.*

Bron: CES[1].

De betaalde afvalwaterheffing stijgt duidelijk naarmate de bestedingen toenemen: lagere decielen betalen een gemiddeld lagere afvalwaterheffing in vergelijking met hogere decielen. Dit hangt natuurlijk samen met het feit dat ook het waterverbruik stijgt met de totale bestedingen, zoals tot uiting komt in de kolom met de gemiddelde bestedingen aan water per bestedingsdeciel. Dit stijgend waterverbruik kan wellicht gedeeltelijk verklaard worden door de relatief sterkere vertegenwoordiging van grote gezinnen in de hogere bestedingsdecielen (tabel 2). Het gemiddelde van de

afvalwaterheffing als percentage van de totale bestedingen neemt evenwel af met de bestedingsdecielen, wat wijst op het regressieve karakter van de heffing. De correcties in de regeling van 1992 zijn meer uitgesproken dan die van de oorspronkelijke regeling van 1991: gemiddeld winnen de gezinnen in alle bestedingsdecielen ten opzichte van de regeling in 1991. De herverdelingseffecten van de nieuwe regeling van 1992 zijn gering: de vermindering in de afvalwaterheffing tegenover 1991 is vrij gelijkmatig verdeeld over alle bestedingsgroepen. De resultaten voor de fictieve regeling tonen aan dat de ingebouwde sociale correcties in de regelingen voor 1991 en 1992 de gevolgen van de heffing milderen voor alle decielen, maar vooral voor de lagere bestedingsdecielen.

Tabel 2 geeft de verdelingseffecten van de afvalwaterheffing volgens gezinstype weer. De tabel is analoog aan de voorgaande. In absolute termen betalen de gezinnen met kinderen, de groep 'andere gezinstypes' en éénoudergezinnen een relatief hoge gemiddelde afvalwaterheffing: de groepsgemiddelden liggen boven de gemiddelde afvalwaterheffing voor de globale populatie.

Tabel 2: Verdelingseffecten van de afvalwaterheffing volgens gezinstype.

Gezinstype	Gemiddelde besteding per huishouden		Gemiddelde afvalwaterheffing in BF (van 1988) en procentueel[a]					
	Totaal 1988	Water 1988	Geval 1 1991		Geval 2 1992		Geval 3 zonder correcties	
(%-aandeel)[b]	BF	BF	BF	%	BF	%	BF	%
Alleenst tot 65 j (13,19 %)	467 732	1 860	495	0,12	440	0,11	741	0,18
Alleenst > 65 j. (10,85 %)	367 015	2 574	736	0,21	699	0,20	985	0,29
Paar zonder kind (26,41 %)	706 500	2 482	686	0,11	571	0,09	1 043	0,17
Paar 1 kind (13,47 %)	989 391	2 998	989	0,11	731	0,08	1 398	0,16
Paar 2 kind (11,15 %)	988 789	3 737	1 169	0,13	908	0,10	1 603	0,18
Paar 3/meer kind (4,30 %)	1 090 249	4 413	1 427	0,14	1 211	0,12	2 148	0,22
Volw met kind (1,82 %)	506 507	3 075	906	0,19	729	0,14	1 343	0,29
Ander type gezin (18,81 %)	813 567	3 505	1 188	0,16	900	0,11	1 598	0,21
Alle (100 %)	740 745	2 906	891	0,14	719	0,11	1 265	0,20

[a] *Gemiddelden per deciel van de procentuele aandelen van de afvalwaterheffing in de globale bestedingen per gezin en niet de procentuele aandelen berekend op de gemiddelden.*

[b] *Procentueel aandeel van elk gezinstype in het totale aantal gezinnen.*

Bron: CES[1].

Alleenstaanden en paren zonder kinderen registreren relatief lage gemiddelden. Voor alleenstaanden boven 65 jaar en de éénoudergezinnen met kinderen weegt de invoering van de afvalwaterheffing het sterkst: voor deze gezinstypes is de gemiddelde afvalwaterheffing als procent van de totale bestedingen het hoogst. Het laagste gemiddelde in procentuele termen treffen we aan bij gezinnen met hoogstens één kind. Het percentage neemt enigszins toe met het aantal kinderen. De nieuwe regeling sinds 1992 is positief voor alle gezinstypes: iedereen betaalt een lagere heffing, zowel absoluut als procentueel. Voor andere gezinstypes, de éénoudergezinnen en de paren met een of twee kinderen zijn de voordelen relatief groter. Ook gezinnen met drie of meer kinderen winnen, hoewel de aftrek van 250 BF per kind voor deze gezinnen is afgeschaft. De laatste simulatie laat toe te besluiten dat de ingebouwde correcties in 1991 en 1992 positief zijn voor alle gezinstypes, zowel in absolute als in relatieve termen. Vooral de éénoudergezinnen, paren met drie of meer kinderen en alleenstaanden boven 65 jaar hebben voordeel bij de correcties.

4 | De CO_2- en energiebelasting

4.1 | Beschrijving en berekening

Het EG-voorstel voor een CO_2-energiebelasting

In het kader van de broeikasproblematiek heeft de EG zich verbonden tot het stabiliseren van de CO_2-emissies in 2000 op het niveau van 1990. Op 13 mei 1992 heeft de Europese Commissie voorgesteld een energie- en koolstofbelasting te introduceren[8]. Het bedrag van de heffing werd vastgelegd op 3 $ per vat ruwe aardolie in het jaar 1993, om vervolgens jaarlijks toe te nemen met 1 $ tot 10 $ in het jaar 2000 (uitgedrukt in dollars van 1993). De bedragen per vat ruwe olie hebben voor 50 % betrekking op de koolstofinhoud en voor 50 % op de energie-inhoud. Met deze belasting op ruwe olie als uitgangspunt, berekenen we de belasting op een reeks energiedragers (tabel 3)[9]. Voor elektriciteit is in het EG-voorstel een bijkomende belasting voorzien, waarvan de bedragen per kWh eveneens opgenomen zijn in tabel 3.

Tabel 3: De Belgische energiebelasting en het Europese voorstel voor een CO_2-energiebelasting in BF (van het jaar 1993) per fysische eenheid.

Energiedrager	Eenheid	1993 België	1993 EG-voorstel	2000 EG-voorstel
benzine	liter	0,550	0,564	1,881
diesel	liter	0,000	0,630	2,102
lpg	liter	0,000	0,388	1,291
aardgas	megajoule	0,137	0,015	0,051
butaan	kg	0,690	0,711	2,370
propaan	kg	0,700	0,717	2,391
stookolie	liter	0,340	0,630	2,102
steenkool	kg	0,000	0,577	1,925
elektriciteit	kwh	0,055	0,089	0,297

Bron: CES[9].

De energiebelasting in België

In het kader van de wet tot instelling van een bijdrage op de energie ter vrijwaring van het concurrentievermogen en de werkgelegenheid, wordt sinds 1 augustus 1993 een extra belasting geheven op het gebruik van energie[10]. De bedoeling is om deze regeling in rekening te brengen bij een eventuele invoering van de EG-belasting: de tarieven zullen in mindering gebracht worden van de tarieven van het EG-voorstel. De tarieven voor huishoudelijk energiegebruik worden weergegeven in tabel 3.

4.2 | Winnaars en verliezers

We kunnen bij het onderzoek voor de CO_2-/energiebelasting gedragsaanpassingen verrekenen. De betrokken energieprodukten werden immers afzonderlijk beschouwd bij de studie van prijs- en inkomenseffecten (2.2). We stellen drie simulaties met gedragsaanpassingen voor: de energiebelasting die sinds augustus 1993 in België van toepassing is, het EG-voorstel zoals geformuleerd voor het beginjaar 1993, en de eindfase van het EG-voorstel in het jaar 2000. Om de weerslag van het al dan niet in rekening brengen van gedragsaanpassingen te illustreren, geven we voor de CO_2-/energiebelasting in 2000 ook een simulatie zonder gedragsaanpassingen.

We evalueren de voorstellen in functie van de totale bestedingen (tabel 4) en de gezinssamenstelling (tabel 5). Voor de berekening van winst en verlies moeten we kijken naar het verschil in *alle* betaalde indirecte belastingen als gevolg van de invoe-

ring van de heffing, en niet enkel naar het verschil in betaalde energiebelasting. Door verschuivingen in het bestedingsgedrag zullen ook de betaalde indirecte belastingen (BTW, accijnzen, enz.) op andere goederen en diensten veranderen. Deze effecten worden niet in de evaluatie verrekend wanneer we enkel de betaalde energiebelasting analyseren. Daarom geven de tabellen 4 en 5 de gemiddelde absolute en de gemiddelde procentuele veranderingen in totale indirecte belastingen.

Tabel 4: Verdeling van de toename in de betaalde indirecte belastingen als gevolg van de CO_2-energiebelasting over de bestedingsdecielen van huishoudens.

Gemiddelde besteding per huishouden		Toename in de betaalde indirecte belastingen absoluut (in BF van het jaar 1988) en procentueel[a]							
Deciel	Totaal 1988	België 1993 met gedragsver.		EG-voorstel 1993 met gedragsver.		EG-voorstel 2000 met gedragsver.		EG-voorstel 2000 zonder gedragsver.	
	BF	BF	%	BF	%	BF	%	BF	%
1	257 329	761	3,04	986	3,95	3 053	12,23	3 744	14,82
2	364 904	1 001	2,68	1 318	3,51	4 081	10,89	5 181	13,63
3	455 691	1 037	2,23	1 403	3,04	4 375	9,46	5 514	11,82
4	541 391	1 145	2,00	1 537	2,70	4 814	8,45	6 066	10,56
5	620 761	1 132	1,65	1 537	2,24	4 872	7,11	6 132	8,87
6	704 914	1 295	1,71	1 782	2,36	5 607	7,43	7 047	9,27
7	804 584	1 309	1,52	1 742	2,02	5 574	6,48	6 834	7,88
8	930 912	1 427	1,40	1 905	1,87	6 106	6,01	7 583	7,42
9	1 090 893	1 700	1,42	2 311	1,93	7 395	6,20	9 045	7,52
10	1 631 021	2 016	1,20	2 755	1,64	8 918	5,28	10 430	6,21
Alle	740 745	1 283	1,88	1 729	2,53	5 482	7,95	6 761	9,80

[a] *Gemiddelde van de procentuele veranderingen per huishouden en niet de procentuele verandering berekend op de gemiddelden.*
Bron: CES[1].

We bespreken enkel de simulatie van het EG-voorstel voor het jaar 2000. Indien de CO_2-/energiebelasting doorgevoerd wordt, zullen alle bestedingsgroepen in het jaar 2000 meer indirecte belastingen betalen, met een globaal gemiddelde van 5 482 BF extra belastingen of een gemiddelde procentuele toename van bijna 7,95 %. Naarmate de totale bestedingen hoger zijn, nemen de absolute veranderingen in betaalde belastingen toe, gaande van 3 053 BF voor de laagste bestedingscategorie tot 8 918 BF voor het hoogste deciel. Dit hangt onder meer samen met de toenemende uitgaven voor energie naarmate de totale bestedingen hoger liggen. De gemiddelde procentuele veranderingen in betaalde belastingen evolueren in omgekeerde zin. De gemiddelde procentuele toename in betaalde belastingen bedraagt 12,23 % voor het laagste deciel tegenover 5,28 % voor de hoogste bestedingsgroep: de voorgestelde heffing is regressief doordat de bestedingen aan energie een groter aandeel in het totale budget vertegenwoordigen bij lagere decielen. De simulatie zonder gedragsaanpassingen resulteert in een gelijkaardig profiel. De absolute veranderingen in betaalde belastingen zijn echter steeds hoger in vergelijking tot het model met gedragsaanpassingen: dit stemt overeen met de verwachting dat gezinnen de effecten van de heffing trachten op te vangen door hun bestedingsgedrag aan te passen.

Wanneer voor het EG-voorstel 2000 de verdelingseffecten uitgesplitst worden volgens het gezinstype valt op dat de toename in betaalde belastingen groter wordt naarmate een gezin meer kinderen telt: we stellen een gemiddelde stijging van 5 344 BF vast voor een paar zonder kinderen tot een gemiddelde van 6 791 BF extra belastingen voor gezinnen met minstens drie kinderen. De gemiddelde toename bij éénouderge-

zinnen van 4 233 BF ligt evenwel ver beneden het globale gemiddelde van 5 482 BF. Alleenstaanden onder en boven de leeftijdsgrens van 65 betalen gemiddeld 4 078 en 3 543 BF meer indirecte belastingen, en worden dus absoluut gezien het minst getroffen. De procentuele verandering in betaalde belastingen is evenwel het laagst voor gezinnen met kinderen en weegt het zwaarst door voor alleenstaanden. Tenslotte wordt ook voor de evaluatie in functie van de gezinssamenstelling de verwachting bevestigd dat simulaties zonder gedragsaanpassingen de geïnduceerde effecten overschatten.

Tabel 5: Verdeling van de toename in de betaalde indirecte belastingen als gevolg van de CO_2-/energiebelasting volgens gezinstype.

Gemiddelde besteding per huishouden		Toename in de betaalde indirecte belastingen absoluut (in BF van het jaar 1988) en procentueel[a]							
		België 1993 met gedragsver.		EG-voorstel 1993 met gedragsver.		EG-voorstel 2000 met gedragsver.		EG-voorstel 2000 zonder gedragsver.	
Gezinstype (% aandeel)	Totaal 1988 BF	BF	%	BF	%	BF	%	BF	%
Alleenst tot 65 j (13,19 %)	467 732	977	2,16	1 302	2,87	4 078	8,97	5 182	11,33
Alleenst > 65 j (10,85 %)	367 015	860	2,86	1 144	3,75	3 543	11,61	4 280	13,95
Paar zonder kind (26,41 %)	706 500	1 267	1,91	1 687	2,53	5 344	7,97	6 597	9,84
Paar 1 kind (13,47 %)	989 391	1 470	1,40	1 965	1,88	6 323	6,04	7 782	7,46
Paar 2 kind (11,15 %)	988 789	1 538	1,51	2 086	2,06	6 678	6,58	8 186	8,08
Paar 3/meer kind (4,30 %)	1 090 249	1 558	1,44	2 098	1,96	6 791	6,32	8 041	7,52
Volw met kind (1,82 %)	506 507	1 025	1,87	1 335	2,42	4 233	7,66	5 281	9,32
Ander type gezin (18,81 %)	813 567	1 440	1,77	1 995	2,45	6 291	7,68	7 805	9,52
Alle (100 %)	740 745	1 283	1,88	1 729	2,53	5 482	7,95	6 761	9,80

[a] *Gemiddelde van de procentuele veranderingen per huishouden en niet de procentuele verandering berekend op de gemiddelden.*

[b] *Procentueel aandeel van elk gezinstype in het totale aantal gezinnen.*

Bron: CES[1].

Referenties

1 Decoster A., Schokkaert E., Van Dongen H., Micro-simulatiemodel voor indirecte belastingen in België, Eindrapport DPWB, april 1994. Het micro-simulatiemodel werd ontwikkeld in het kader van een onderzoeksproject gefinancierd door de Diensten voor de Programmatie van het Wetenschapsbeleid, programma Publieke Economie, deelprogramma Fiscaliteit.

2 Het betreft een voorlopige versie van het gezinsbestedingenonderzoek. De definitieve versie, die zeer recent ter beschikking werd gesteld, kon voor dit onderzoek nog niet verwerkt worden.

3 Voor een bespreking van de prijs- en inkomensparameters verwijzen we naar het eindrapport van het DPWB-project: Micro-simulatiemodel voor indirecte belastingen in België, april 1994.

4 De totale bestedingen worden gebruikt om het inkomensniveau van het huishouden te benaderen. We zijn ons ervan bewust dat dit een gebrekkige maatstaf is, maar de voorlopige versie van de gezinsbudgetenquête 1987-88 biedt geen inkomensinformatie.

5 Vlaamse Gemeenschap, decreet van 21 december 1990, *Belgisch Staatsblad*, 29 december 1990, 24 642.

6 Vlaamse Gemeenschap, Decreet van 25 juni 1992, Belgisch Staatsblad, 11 juli 1992, 15 898.
Milieurecht Info, (1), september (1992), 1-4.
Milieurecht Info, Extra Editie, september (1992), 1.

7 De wetgeving voorziet twee berekeningswijzen voor het bedrag van de afvalwaterheffing. In principe gebeurt de berekening op basis van het verbruik in m^3. Enkel indien dit niet gekend is vertrekt men van de gefactureerde kosten exclusief BTW gedeeld door een factor 20 in de regeling voor 1991 en een factor 40 in de regeling sinds 1992. Aangezien we uit de budgetenquête enkel de door de watermaatschappij gefactureerde kosten voor water kennen, gebruiken we de alternatieve berekeningswijze voor alle gezinnen. Daarbij worden echter zowel voor het heffingsjaar 1991 als voor het heffingsjaar 1992 de totale gefactureerde kosten exclusief BTW gedeeld door 40. Door deze werkwijze wordt voor de twee jaren het verbruik in m^3 op dezelfde wijze benaderd, wat vergelijking van de schattingen van de betaalde afvalwaterheffing voor beide jaren mogelijk maakt. Voor de meerderheid van de gezinnen wordt de effectieve heffing trouwens bepaald op basis van het verbruik in m^3.

8 *Europe Energy, (384)*, (1992).

9 De berekening van de CO_2-energiebelasting per eenheid verkochte energie voor de verschillende energievormen gebeurde met medewerking van de werkgroep 'Economie en Milieu' van het Centrum voor Economische Studiën, KUL, Leuven.

10 *Belgisch Staatsblad*, 29 juli 1993, 17 479.

Begeleiders

J. Couder, Studiecentrum voor Technologie, Energie en Milieu v.z.w.

R. Maenhaut, SIREV

A. Verbeke, VUB

V.3 Sociale instrumenten

A Milieubeleidsovereenkomsten

H. Bocken, J. Bouckaert, C. Lambert, G. Van Hoorick, Centrum voor Milieurecht, RUG

Naast de klassieke juridische instrumenten kan de overheid ook overeenkomsten gebruiken om haar beleid voor te bereiden en ten uitvoer te leggen. Deze overeenkomsten worden beleidsovereenkomsten of convenanten genoemd. In de milieusector kennen zij de laatste jaren een toenemend succes in binnen- en buitenland.

Bij een milieubeleidsovereenkomst is minstens een van de partijen een overheidsorgaan. De medecontractant is meestal een federatie of groep van bedrijven, gewoonlijk uit de industriële of commerciële sector. Er zijn tevens een aantal milieubeleidsovereenkomsten afgesloten met individuele partners. Meestal ging het hier om bedrijven uit de industriële of agrarische sector en om natuurverenigingen. Bij bepaalde beleidsovereenkomsten is ook de wederpartij een overheidsorgaan, meer bepaald een gemeente of provincie.

In wat volgt geven we een overzicht van bestaande milieubeleidsovereenkomsten (1) en beschrijven we de verhouding tussen deze overeenkomsten en andere beleidsinstrumenten (2). Na de beoordeling van milieubeleidsovereenkomsten als beleidsinstrument (3) doen we enkele aanbevelingen (4).

1 | De bestaande milieubeleidsovereenkomsten

Milieubeleidsovereenkomsten werden tot nu toe in verschillende sectoren van het milieubeleid gebruikt om bepaalde beleidsdoelstellingen te verwezenlijken.

1.1 | Globale emissiereducties

Een overeenkomst tussen de staat, de gewesten en de (twee) elektriciteitsproducenten beoogt een gefaseerde vermindering van de globale SO_2- en NO_x-emissies van de elektriciteitscentrales met respectievelijk 80 % en 40 %. Mits de geldende algemene regelen en vergunningen gerespecteerd worden, bepalen de producenten vrij welke emissievermindering er bereikt wordt in elke centrale afzonderlijk. Aangezien de marginale kosten van de emissiebeperking sterk afhankelijk zijn van de technische kenmerken van elke installatie, is deze oplossing minder duur dan een lineaire verstrenging van de emissienormen.

1.2 | Emissiebeperking bij individuele bronnen van verontreiniging

De N.V. BASF Antwerpen verbond zich ertoe haar lozingen van fosforgips drie jaar eerder stop te zetten dan voorzien in haar vergunningen. In ruil kreeg zij een voorkeursbehandeling: de voor 1991 geldende gunstige regeling inzake afvalwaterheffingen zou ongewijzigd behouden blijven tot 1995. Het bedrijf voerde belangrijke

investeringen uit om zijn fosforzuurproduktie-afdeling te sluiten en de gipslozingen stop te zetten. De gelijktijdige last van een sterke verhoging van de afvalwaterheffingen en van de investeringen zou voor het bedrijf bijzonder zwaar geworden zijn.

1.3 | Produktnormen

De staat sloot een aantal beleidsovereenkomsten af met bedrijfsfederaties voor de gefaseerde reductie van het gebruik van kwik en CFK's. Een overeenkomst verplicht de wasmiddelenindustrie ertoe minstens een fosfaatvrij wasmiddel op de markt te brengen en hierover informatie te verstrekken aan de consumenten. Produktnormen zijn ook te vinden in de elektriciteitsovereenkomst. Deze overeenkomst legt het gebruik op van zwavelarme brandstoffen, wanneer dit 'technisch en economisch redelijk haalbaar' is. Er is evenwel geen strikte verplichting om steeds brandstof met bepaalde kenmerken te gebruiken. Deze flexibiliteit zou de producent toelaten optimaal in te spelen op de internationale brandstoffenmarkt.

De Belgische Vereniging Industrie Fytosanitaire Produkten verbond zich ertoe bij de uitvoer van produkten die wegens hun gevaar niet meer gebruikt worden in industrielanden, de landen van bestemming vooraf te informeren en toestemming te vragen voor de invoer. Deze regeling bleef gelden totdat een EEG-regeling met dezelfde strekking werd omgezet in het Belgische recht.

1.4 | Constructie- en bedrijfsnormen

In een overeenkomst met de Vlaamse regering beloofde een aantal federaties uit de petroleum- en brandstoffensector dat hun leden-brandstoffenleveranciers hun particuliere klanten zouden informeren over de reglementering inzake stookolietanks. Na 1 januari 1993 zouden klanten nog slechts bevoorraad worden indien de olietank gemeld is en voldoet aan de in VLAREM II gestelde vereisten. De overeenkomst verloor haar nut na de opheffing van de meldingsplicht voor private stookolietanks.

1.5 | Gebruiksnormen

In de milieubeleidsovereenkomst met de elektriciteitssector zijn gebruiksnormen vervat. Deze overeenkomst schrijft het verplichte gebruik voor van NO_x-beperkende maatregelen, wanneer dit 'technisch en economisch redelijk haalbaar' is. Sommige beheersovereenkomsten die de overheid in bepaalde gebieden afsluit met landbouwers beperken het gebruik van pesticides en meststoffen.

1.6 | Preventie, recyclage en verwijdering van verpakkingsafval

In 1990 werd door het Vlaamse Gewest, OVAM en het bedrijfsleven een 'basisovereenkomst' gesloten voor het uitwerken en financieren van een actieprogramma voor de recuperatie en recyclage van verpakkingsafval. Op deze basisovereenkomst en op het afvalstoffenplan 1991-95 volgde het 'Convenant Verpakkingsafval'. Dit convenant somt middelen op ter verwezenlijking van de algemene doelstellingen en verbindt beide partijen ertoe om via de paritair beheerde v.z.w. Pro beleidsvoorbereidend studiewerk te verrichten. Een experimentele sorteerinrichting voor verpakkingsafval zou door de industrie worden opgericht en gefinancierd. De doelstellingen van het verpakkingsconvenant werden slechts gedeeltelijk vervuld. Verschillende werkgroepen binnen de v.z.w. Pro doen beleidsvoorbereidend werk; een aantal ontwerpen van principsverklaringen werden opgesteld. Het convenant werd doorkruist door de ecotaks en de in het vooruitzicht gestelde Europese richtlijn over verpakkingsafval. Die brachten een aantal bedrijven en bedrijfsfederaties ertoe een eigen systeem, Fost Plus, op te zetten dat moet toelaten de recyclage van een groot deel van het verpakkingsafval te verwezenlijken.

Een overeenkomst tussen de staat, de gewesten en de Belgian Aluminium Association betreft de selectieve ophaling en de recyclage van aluminiumafval. De industrie verbond zich ertoe het door gemeenten opgehaalde aluminiumafval op te kopen en te recycleren. De toepassing ervan werd geen succes, onder meer vanwege de geringe participatie van de industrie en andere ontwikkelingen inzake verpakkingsafval.

1.7 | Selectieve ophaling en sortering van huishoudelijk afval

Het Vlaamse Gewest en OVAM sloten met de overgrote meerderheid van de gemeenten overeenkomsten over het gemeentelijk milieubeleid. In dit 'Gemeentelijke milieuconvenant' gaan de gemeenten, in ruil voor bepaalde toelagen, een aantal verbintenissen aan in verband met de organisatie van hun milieu- en natuurbeleid. De overeenkomst bevat een aantal verplichtingen (waarvan een aantal reeds waren opgenomen in het afvalstoffenplan 1991-95) in verband met de inzameling van huishoudelijk afval. De gemeenten die hierover een bijkomende overeenkomst sluiten met OVAM - de meeste deden dit - komen in aanmerking voor een bijkomende toelage ter ondersteuning van het gemeentelijk afvalbeleid.

1.8 | Oprichting van afvalverwijderingsinstallaties

Het gebrek aan installaties voor de verwerking van bedrijfsafval leidde tot contractuele samenwerking tussen de overheid en het bedrijfsleven. Meer bepaald kwam het tot de oprichting van de gemengde vennootschap INDAVER. Ook AQUAFIN en VLAR kunnen hier vermeld worden, hoewel de betrokkenheid van de privé-sector in deze gevallen wellicht meer te maken heeft met de financiering van overheidsondernemingen dan met eigenlijke milieudoelstellingen.

Het verpakkingsconvenant van zijn kant voorziet, zoals gezegd, in de oprichting en financiering door de bedrijfswereld van een experimentele sorteerinstallatie voor verpakkingsafval. Deze sorteerinstallatie is er nog niet; voornamelijk vanwege moeilijkheden bij het bepalen van een aanvaardbare vestigingsplaats.

1.9 | Planning van het natuurbeleid

Het gemeentelijke milieuconvenant bevat een aantal bepalingen voor de ontwikkeling van het gemeentelijke natuurbeleid. Gemeenten die onder meer een natuurontwikkelingsplan opstellen, komen in aanmerking voor een bijkomende subsidiëring.

In Frankrijk geven riviercontracten vorm en structuur aan de samenwerking tussen de overheid en private partners bij het opstellen van programma's voor het herstel en de ontwikkeling van bepaalde rivieren. In Wallonië werd het model, in geformaliseerde vorm, nagevolgd in het 'Contrat de la Vallée de la Haute Meuse'. Ook in Vlaanderen zijn dit soort ontwikkelingen terug te vinden in de werking van bepaalde rivierbekkencomités. Volgens het ontwerp van decreet op het waterbeleid van de ICHM hebben de bekkencomités onder meer tot taak overeenkomsten inzake het rivierbeleid te stimuleren.

1.10 | Beheer van natuur en landschap

De bescherming van natuur en landschap kan bevorderd worden door beheersovereenkomsten met agrarische bedrijven. Hierin verbinden landbouwbedrijven zich ertoe tegen een beheersvergoeding hun bedrijfsvoering af te stemmen op bepaalde milieudoelstellingen. Deze beheersovereenkomsten leggen per geval de landbouwer zowel uiteenlopende positieve beheersmaatregelen op als beperkingen bij de aanwending van cultuurtechnieken (het gebruik van pesticides en meststoffen). Het komt ook voor dat openbare besturen gronden in beheer geven aan natuurverenigingen in plaats van aan landbouwers. Natuurreservaten v.z.w. beheert op deze manier enkele honderden ha.

In tegenstelling met wat in Nederland het geval is, worden er in Vlaanderen slechts zelden beheersovereenkomsten met landbouwers afgesloten.

2 | De verhouding van milieubeleidsovereenkomsten en andere milieubeleidsinstrumenten

Milieubeleidsovereenkomsten kunnen het gebruik van andere milieubeleidsinstrumenten sterk beïnvloeden.

2.1 | Planning en programmatie

De talrijke complexe milieuproblemen vereisen een planmatige aanpak. Uitgaande van de bestaande toestand stelt de overheid beleidsdoelstellingen en daartoe te nemen maatregelen vast. Om het succes op slagen te verhogen, is het wenselijk de belanghebbenden te betrekken bij de concrete uitwerking van die maatregelen. Dit vergemakkelijkt de selectie van effectieve actiemiddelen en leidt tot een grotere aanvaarding ervan. Deze samenwerking is vooral noodzakelijk op gebieden waar de overheid onvoldoende gegevens en inzichten heeft om eenzijdig op te treden. Het komt ook voor dat het wenselijk is experimenten door te voeren vooraleer belangrijke innovaties bij algemene regel op te leggen. Het gevaar op overmatige beleidsbeïnvloeding door de privé-sector is hierbij wellicht niet groter dan bij informeel overleg en lobbying.

2.2 | Algemene regelen

Een aantal milieubeleidsovereenkomsten beperkt of sluit de mogelijkheid uit om algemene regelen uit te vaardigen. Een toezegging van de overheid om niet reglementerend op te treden bleek in vele gevallen de voornaamste motivering voor de privé-partners om de overeenkomst aan te gaan. De elektriciteitsovereenkomst is zeer expliciet op dit punt. De overheidspartners gaan het uitdrukkelijk engagement aan om gedurende 12 jaar de normen voor individuele centrales niet te verstrengen, 'onafgezien van wettelijke bevoegdheden en verplichtingen in EG-verband'. In de petroleumovereenkomst verbindt de minister zich ertoe te ijveren voor het behoud van de normen uit VLAREM II voor particuliere brandstoftanks. De basisovereenkomst verpakkingsafval en het verpakkingsconvenant bevatten geen rechtstreeks verbod van regelgeving maar bereiken een analoog effect: het beleid inzake verpakkingsafval zal via overeenkomsten uitgewerkt worden. Men kan overigens argumenteren dat een verbintenis om de reglementering niet te verstrengen in de meeste convenanten impliciet vervat is.

De bekommernis van de privé-partners om regelgeving te vermijden, is te begrijpen. Ten eerste vergemakkelijkt een stabiel normenkader de bedrijfsvoering: het convenant verzekert de betrokkenheid van de privé-partner bij de normstelling. Ten tweede hebben contractuele verplichtingen weinig zin indien deze op korte termijn door regulering doorkruist worden.

Bepalingen die de reglementerende bevoegdheid van de overheid aan banden legt, stellen echter ernstige problemen. Vooreerst is hun *geldigheid* juridisch betwistbaar. Een overheidsorgaan dat van de wetgever de opdracht heeft om een bepaalde wetgeving uit te voeren, kan zich niet door een overeenkomst de mogelijkheid ontnemen hierbij regulerend op te treden, tenzij de wet dit toelaat. Ten tweede zijn er ernstige *beleidsmatige bezwaren* tegen een brede beperking van de reglementerende bevoegdheid van de overheid. De overheid moet kunnen optreden om te voldoen aan haar internationale verplichtingen en om het hoofd te bieden aan onvoorziene omstandigheden. Tenslotte mag de mogelijkheid om te reglementeren niet voor te lange tijd beperkt worden. Dit wordt bevorderd door een beperking van de *geldigheidsduur* van

de convenanten en door de mogelijkheid om het convenant op te zeggen. Het ontwerp van decreet inzake milieubeleidsovereenkomsten dat door de Vlaamse regering werd ingediend, komt aan deze bekommernis tegemoet.

Milieubeleidsovereenkomsten gaan soms verder en beïnvloeden de werking van overheidsorganen die niet betrokken zijn bij de overeenkomst. Zo belooft de regering de elektriciteitsovereenkomst te doen naleven door de plaatselijke besturen bij de toekenning van vergunningen. Het is duidelijk dat dit in strijd is met de wettelijk verleende beleidsvrijheid aan de lagere overheden.

2.3 | Vergunningen

Ongetwijfeld worden er ook overeenkomsten gesloten omtrent het toekennen van bepaalde vergunningen. Hierover zijn echter weinig gegevens bekend. Dit soort overeenkomsten worden zelden of nooit geformaliseerd en publiek gemaakt; hun beweerde bestaan geeft immers aanleiding tot betwistingen. Een dergelijke individuele en contractuele benadering van de vergunningverlening lokt bezwaren uit omdat ze de wettelijke voorziene inspraak van deskundigen en de garanties van de vergunningsprocedure voor derden uitschakelt.

2.4 | Financiële instrumenten: heffingen en subsidies

Een milieubeleidsovereenkomst bepaalt slechts uitzonderlijk de hoogte van een milieuheffing voor de privé-partner. Een overeenkomst die dit wel doet is in strijd met het beginsel dat de wetgever de hoogte van de belastingen moet vaststellen. Het BASF-convenant vormt hier een uitzondering op. Formeel werd wel de grondwet gerespecteerd. De minister verbond zich er enkel toe in de regering te verdedigen dat de bestaande regeling tot 1995 behouden zou blijven.

De gemeente- en provincieconvenanten voorzien subsidies voor de gemeenten. De rol van het convenant is hier minder ingrijpend. De criteria voor het toekennen van de subsidie worden niet van geval tot geval bepaald bij overeenkomst, maar zijn bij algemene regel door de overheid vastgesteld. De overeenkomst is hier een middel voor de toekenning van de subsidie. In het kader van de agrarische beheersovereenkomsten, worden vergoedingen toegekend aan landbouwers die door beheersmaatregelen meer kosten of minder opbrengsten door een lagere produktie hebben.

2.5 | Milieubeleidsovereenkomsten

Milieubeleidsovereenkomsten beperken de mogelijkheid voor de overheid om te reguleren. Zij kunnen tevens bepalen dat het overheidsbeleid op het bestreken gebied bij voorkeur gevoerd moet worden via andere overeenkomsten. Typische voorbeelden zijn de basisovereenkomst inzake verpakkingen en het verpakkingsconvenant: zij beogen uitdrukkelijk oplossingen uit te werken via overeenkomsten, en dus niet via regulering.

2.6 | Milieuzorgsystemen

Milieuzorgsystemen voor het bedrijfsleven zijn tot nu toe niet of nauwelijks gereglementeerd. De EG-verordeningen inzake de milieu-audit en het gebruik van het milieulogo respecteren over het algemeen het vrije initiatief van de industrie.

Ook de lokale besturen genieten tot nu toe een vrij grote vrijheid inzake de interne organisatie van hun milieubeleid. Het respect voor de gemeentelijke autonomie en de interne organisatie van de gemeenten die via de gemeentewet onder de federale bevoegdheid valt, vormen hiervoor wellicht een verklaring. Mogelijk waren dit redenen voor de Vlaamse regering om de gemeenten via het gemeentelijke milieuconve-

nant in ruil voor een bijkomende subsidiëring ertoe aan te zetten hun milieu- en natuurbeleid te ontwikkelen.

2.7 | Handhaving

Er zijn weinig gegevens beschikbaar over - formeel wellicht onbestaande - afspraken tussen de overheid en privé-partners, waarbij overtredingen van de milieuwetgeving gedoogd worden, onder meer mits beloften van beterschap.

Milieubeleidsovereenkomsten regelen zelden het toezicht op de naleving van milieunormen die niet in de overeenkomst zelf vervat zijn. Een opvallende uitzondering is het petroleumconvenant. Dit convenant bepaalt dat de leveranciers van huisbrandolie na enige tijd enkel nog klanten bevoorraden die zich aan de reglementering houden.

2.8 | Ondersteunende instrumenten

Milieubeleidsovereenkomsten kunnen bepalingen over wetenschappelijk onderzoek bevatten. Dit is onder meer het geval voor het elektriciteitsconvenant, de produktovereenkomsten en het convenant verpakkingsafval. Het CFK-, wasmiddelen- en petroleumconvenant bevatten bepalingen over de informering van het publiek. Het provinciale convenant verplicht de provincies mee te werken aan de Milieudatabank en bevordert aldus de volledigheid van de beschikbare overheidsinformatie.

3 | Beoordeling

3.1 | Convenant versus regelgeving

Milieubeleidsovereenkomsten zijn per definitie effectiever in gevallen waar regulering om juridische redenen niet mogelijk is of waar technische oplossingen voor een milieuprobleem niet algemeen beschikbaar zijn. Hetzelfde geldt voor het plannen van het beleid of de uitvoering van sensibiliseringsacties of wetenschappelijk onderzoek.

Op gebieden waar regulering normaal wel mogelijk is, is de vergelijking aanzienlijk moeilijker. Er bestaat geen algemene regel om een oordeel te vellen over de inhoud van een milieubeleidsovereenkomst. Een individuele beoordeling is nodig in het licht van de eisen van het milieubeleid. Wil men de *vergelijking* toch in algemene termen doen, dan komt het er op aan te bepalen met welk *niveau van regulering* vergeleken moet worden. Relevant zijn in elk geval geldende algemene regelen (GAR). In de praktijk wijkt een convenant slechts zelden in minder strenge zin af van de geldende algemene regelen. Het gemeentelijke milieuconvenant (zoals gewijzigd bij omzendbrief) vormt hierop een uitzondering: dit convenant verlengt de termijnen van uitvoering van een aantal verplichtingen uit het afvalstoffenplan. De meeste convenanten zijn strenger dan de geldende regelen, betreffen gebieden waarop geen algemene regelen van toepassing zijn of leggen bijkomende verplichtingen op. Dit is het geval voor de produktconvenanten inzake batterijen, CFK's en waspoeder. Een bijzondere plaats neemt het elektriciteitsconvenant in. Formeel beoogt dit convenant de stabilisering van de juridische normering voor individuele centrales waarvan de totale emissies echter gereduceerd moeten worden. Hoewel geen strengere normen voor de individuele centrales worden opgelegd, moeten de twee producenten de emissies van de centrales afzonderlijk verlagen, echter tot een niveau dat zij zelf bepalen.

Wanneer het convenant boven het niveau van de geldende algemene regelen uitstijgt, is de vraag naar de aanvaardbaarheid daarmee nog niet opgelost. Er dringt zich nu een vergelijking op met de algemene regelen die bij uitblijven van een convenant tot stand zouden zijn gekomen: de *hypothetische algemene regelen*. Een aantal relevante hypothetische reguleringsniveaus zijn:

- de algemene regelen waarin de vanuit milieustandpunt *beste oplossing* gerealiseerd wordt (BAR);
- de algemene regelen die vanuit milieustandpunt *minimaal noodzakelijk* zijn (NAR);
- de *haalbare* algemene regelen (HAR): in de praktijk zal de regulering meestal tussen een van de twee vorige hypothetische niveaus liggen. Zij is immers het resultaat van een afweging van milieu- en andere belangen; haar inhoud wordt mede bepaald door de juridische, economische, technische en politieke haalbaarheid van bepaalde oplossingen.

Gegeven deze hypothetische reguleringsniveaus zijn een aantal algemene aanwijzingen mogelijk over de aanvaardbaarheid van het gebruik van convenanten. Ten eerste is een overeenkomst die lager ligt dan de minimaal noodzakelijke algemene regelen (NAR) niet aanvaardbaar, ook al ligt zij hoger dan de geldende algemene regelen (GAR): hier is regulering nodig.

Ten tweede is de convenant die boven het niveau van de beste (BAR) of de haalbare algemene regelen (HAR) uitstijgt wel aanvaardbaar. Er is geen bezwaar mogelijk indien contractpartners vrijwillig verder gaan dan de regelgeving voorschrijft. Zij kunnen hiervoor allerlei redenen hebben: het mede bepalen van de inhoud van de toekomstige regelgeving, het verbeteren van het imago van de sector of het bedrijf, het voorbereiden van de bedrijfsvoering op toekomstige reglementering, enz..

Ten derde is voor de contractuele norm die tussen het niveau van de haalbare regelgeving (HAR) en het minimaal noodzakelijke (NAR) ligt een genuanceerde benadering nodig. In beginsel is het convenant hier vatbaar voor kritiek. In bepaalde omstandigheden kan aan het gebruik van de overeenkomst een meerwaarde verbonden zijn die het lagere normeringsniveau compenseert. Er werd reeds op gewezen hoe de marginale kostprijs van een emissiereductie sterk afhankelijk kan zijn van de concrete kenmerken van de installaties, zodat het een belangrijke besparing kan opleveren enkel een globale reductie te bepalen en het verdelen ervan over de verschillende bronnen van verontreiniging over te laten aan de privé-partner (bv. elektriciteitsconvenant). Het kan zijn dat een bepaalde vervangingstechnologie nog onvoldoende beschikbaar is om haar bij algemene regel op te leggen. Het kan zijn dat er teveel onzekerheid is over de technische oplossingen om deze reeds bij algemene regel op te leggen, zodat het verkieselijk is vooraf een aantal experimenten door te voeren. Een beroep op overeenkomsten kan ook verdedigbaar zijn om waarschijnlijke betwistingen rond regulering (bv. wegens moeilijkheden op het vlak van de bevoegdheidsverdeling) te vermijden. Tenslotte kan de regulering op een bepaald moment indruisen tegen de politiek cultuur of politiek moeilijk haalbaar zijn.

Bijzonder belangrijk is dat noodzakelijke, haalbare en optimale reguleringsniveaus in de tijd *evolueren*. Oplossingen die op een bepaald tijdstip niet haalbaar zijn, worden dit wellicht wel enkele jaren later; ook het reguleringsniveau van wat ervaren wordt als minimaal noodzakelijk kan stijgen. Dit is een bijkomende reden waarom de geldigheidsduur van een beleidsovereenkomst niet te lang mag zijn en waarom zij regelmatig geëvalueerd moet worden.

3.2 | Participatie van de betrokkene

Participatie van degene op wie een norm van toepassing is bij de besluitvorming, behoort meer en meer tot de politieke cultuur en is in vele opzichten wenselijk. De mate van participatie van de partner bij het vaststellen van contractuele normen is bij convenanten bijzonder groot: in feite heeft hij een veto-recht. Sommigen vrezen dan ook dat het niveau van de norm te laag dreigt te worden. Deze vrees is vaak onterecht. Beïnvloeding van de normstelling gebeurt ook bij eenzijdig overheidsoptreden, hetzij op formele wijze (inspraakprocedures, overlegorganen en adviesraden), hetzij

op informele wijze (informele raadpleging, overleg of advisering, lobbying).

Er zijn echter praktische grenzen aan de participatie van de betrokkenen bij de totstandkoming van beleidsovereenkomsten. Participatie kan enkel betekenisvol zijn als het aantal partners niet te groot is. Als er te veel partners zijn, moet de voorbereiding van de overeenkomst gestructureerd worden via representatieve bedrijfsorganisaties. De participatie van de individuele contractpartij wordt nog geringer wanneer het gaat om modelovereenkomsten die bij algemene regel worden vastgesteld door de overheid. Het gebruik van dit soort overeenkomsten biedt meer antwoord op de vraag wie door de norm verbonden wordt dan wat de inhoud ervan wordt.

3.3 | Inspraak van derden

Inspraak van derde belanghebbenden en deskundigen is nuttig. Bij beleidsovereenkomsten is deze inspraak in de praktijk zeer beperkt. Ook op dit vlak is er niet noodzakelijk een groot verschil met algemene regulering. Regulering wordt dikwijls achter gesloten deuren voorbereid, na lobbying of na informeel of gestructureerd overleg met een beperkt aantal partners.

3.4 | Openbaarheid

De openbaarheid van de beleidsovereenkomst is noodzakelijk en wenselijk, zowel om juridische als om beleidsmatige redenen. De onmogelijkheid van openbaarmaking lijkt voldoende reden om mondelinge beleidsovereenkomsten te verwerpen. De belangrijkste bestaande convenanten zijn de facto openbaar. Overeenkomsten met individuele bedrijven zijn minder gemakkelijk toegankelijk. In bepaalde gevallen, zoals bij beheersovereenkomsten, is het gebruik van gereguleerde type-overeenkomsten aangewezen.

3.5 | Geldigheid van het convenant

Het is algemeen aanvaard dat de overheid bij haar beleid kan kiezen tussen reguleringen en overeenkomsten. De geldigheid van de beleidsovereenkomsten komt normaal niet in het gedrang zolang zij niet indruist tegen het dwingend recht. Het gebruik van convenanten wordt wel problematisch indien de bevoegdheid voor regulering wordt uitgesloten of indien ingegaan wordt tegen de wettelijke beleidsvrijheid van andere overheden. Overeenkomsten die in minder strenge zin afwijken van het dwingend recht zijn meestal ongeldig.

Milieubeleidsovereenkomsten moeten beantwoorden aan de eisen van het Europees recht en meer bepaald het Europees kartelrecht (85, § 1 EG verdrag). Veel hangt hier uiteraard af van de precieze inhoud van de milieubeleidsovereenkomst zelf en van haar uitvoeringsmodaliteiten. Milieubeleidsovereenkomsten die de mededinging kunnen beperken, dienen aan de Europese Commissie gemeld te worden met een vraag tot ontheffing.

3.6 | De normatieve kracht van het convenant

De meeste milieubeleidsovereenkomsten zijn verbindende overeenkomsten. Soms wordt de term beleidsovereenkomst gebruikt voor 'gentlemen's agreements', die niet afdwingbaar zijn en niet meer waarde hebben dan een eenzijdige intentieverklaring van de privé-partner. Het gebruik van deze laatste verdient uiteraard geen aanbeveling.

Afgezien van hun inhoud, hebben beleidsovereenkomsten een geringere normatieve kracht dan regulering. Iedereen is onderworpen aan de algemene regelen, terwijl door de overeenkomsten enkel de betrokken partijen binden . Overeenkomsten lei-

den aldus tot een differentiatie van de toepasselijke normen. Een bepaalde norm waarvan de algemene naleving noodzakelijk is, kan dus niet het voorwerp uitmaken van een milieubeleidsovereenkomst.

Het is van groot praktisch belang dat de overeenkomst juridisch bindend is voor diegenen door wie zij moet worden uitgevoerd. Indien de uitvoering te situeren is op het niveau van de individuele bedrijven, is de waarde van de overeenkomst afhankelijk van de verbindende kracht van de overeenkomst voor de leden van de groep. In bepaalde gevallen wordt een sterkmaking gebruikt. Hier belooft de federatie dat haar leden de overeenkomst zullen naleven. Gebeurt dit niet, dan is de federatie aansprakelijk, niet de afzonderlijke leden. In andere gevallen zijn de persoonlijk leden verbonden krachtens de statuten of op grond van een vertegenwoordiging. De overeenkomst is dikwijls onduidelijk over haar bindende kracht voor de leden van de federatie zodat hierover misverstanden ontstaan. Duidelijkheid is hier geboden.

Uit het voorgaande mag duidelijk zijn dat bij de keuze van een beleidsovereenkomst of van wetgevende instrumenten, ook de organisatiegraad van de betrokken economische sector van belang is. Van die organisatiegraad hangt immers de mate van interne disciplinering van de achterban af.

Het kan nodig zijn de contractuele norm voor iedereen algemeen geldend te maken omdat bijvoorbeeld een noodzakelijk of aanvaardbaar normeringsniveau verschoven is (3.1) of om marktverstoring te vermijden. Hier kan een procedure van algemeen verbindend verklaring gevolgd worden, zoals in het sociaal recht. Efficiënter is de opname van de inhoud van de milieubeleidsovereenkomst in regulering.

3.7 | Handhaving van het convenant

Normalerwijze houdt de overheid geen toezicht op de naleving ervan. Of dit een belangrijk nadeel is, hangt opnieuw samen met de inhoud van de beleidsovereenkomst. Een planningsovereenkomst behoeft weinig bijzonder toezicht en sancties. Een overeenkomst voor een globale emissiereductie vereist een toezicht op de globale emissies van de contractant en niet op elke individuele verontreinigingsbron. Een overeenkomst voor de naleving van preciese emissienormen door een groot aantal bedrijven vereist evenveel handhaving als bij regulering. Voor normen waarvan de naleving algemeen noodzakelijk is, is een convenant niet aangewezen.

Er wordt geargumenteerd dat convenanten gemakkelijker nageleefd worden omdat de norm door de privé-partner vrijwillig aanvaard is. Dit is niet altijd zo. Ook vele algemene regelen die resulteerden uit overleg en consensus worden niet altijd nageleefd. In bepaalde gevallen kan het eigenbelang de privé-partner aanzetten om de contractuele norm na te leven, meer dan het geval zou geweest zijn bij een algemene regel. Dit is het geval wanneer de contractuele norm de privé-partner meer dan regulering de vrijheid laat in de wijze om bepaalde doelstellingen te realiseren (het elektriciteitsconvenant). Het eigenbelang kan erin bestaan het stabiele normenkader geschapen door het convenant te handhaven, de vergoeding of subsidie die deze voorziet niet te verliezen of een publicitair voordeel te behouden.

Beleidsovereenkomsten voorzien meestal zelf in een toezichtsregeling waarbij de privé-partner moet samenwerken met de overheid. Soms worden bijzondere controlecommissies opgericht en is er een verplichting tot meting en rapportage over de emissies. In gevallen waar eenzelfde of een gelijksoortige overeenkomst vele partners bindt, worden soms toezichtsambtenaren ingeschakeld. Dit is het geval bij het gemeenteconvenant en bij beheersovereenkomsten in de agrarische sector.

Ook de beschikbaarheid van sancties bepaalt de afdwingbaarheid van convenanten. Normaal zijn geen strafsancties mogelijk, tenzij anders wettelijk bepaald.

Convenanten worden in beginsel dus enkel gesanctioneerd door het contractenrecht. Meestal verduidelijken milieubeleidsovereenkomsten zelfs niet of sancties van deze aard mogelijk zijn. In de praktijk is de sterkste sanctie het beëindigen van de overeenkomst. De overheid kan dan regelgevend optreden of de toekenning van de subsidie of vergoeding beëindigen.

4 | Aanbevelingen

4.1 | Noodzaak van een genuanceerde benadering

Milieubeleidsovereenkomsten hebben talrijke verschijningsvormen en worden gebruikt in uiteenlopende sectoren van het milieubeleid, met uiteenlopende doelstellingen. Een genuanceerde analyse en evaluatie per geval dringt zich op. Schematische benaderingen zoals beweringen dat het convenant in het algemeen onwenselijk is als omzeiling van de normale spelregels, of dat het convenant de ideale oplossing is als bekroning van het samenwerkings- en participatiemodel, moeten verworpen worden.

4.2 | De aanvaardbaarheid van convenanten

Er zijn twee duidelijke basisregelen. Ten eerste mag een milieubeleidsovereenkomst geen algemene of te langdurige beperking van de mogelijkheid tot overheidsregulering bevatten. Ten tweede mag zij niet leiden tot verplichtingen die lager liggen dan de geldende regulering (GAR) of dan het noodzakelijke minimum-reguleringsniveau (NAR).

Onder deze twee voorwaarden stellen convenanten die regulering niet beogen te vervangen meestal weinig problemen. Er is weinig bezwaar tegen het gebruik van een convenant voor het concretiseren van milieubeleidsplanning (mits de doelstellingen door de overheid zelf worden bepaald), het bevorderen van milieuzorgsystemen, het stimuleren van wetenschappelijk onderzoek, sensibiliseringsacties of voor het compenseren van de inkomensderving die voor landbouwers kan voortvloeien uit beheersovereenkomsten. In deze gevallen zijn er weinig problemen met het ontbreken van algemene gelding en is er weinig behoefte aan toezicht, behalve voor convenanten tussen talrijke partners. Voor dit laatste is het probleem evenwel niet groter of kleiner dan bij regelgeving en kan de oplossing gevonden worden in de inschakeling van toezichtsambtenaren. De behoefte aan handhaving wordt zelfs beperkt indien de naleving van het convenant met de eigenbelangen van de partner overeenstemt en van de beëindiging ervan door de overheid een effectieve bedreiging uitgaat.

Bij convenanten als alternatief voor algemene regelgeving moet meer voorbehoud gemaakt worden . Een convenant dat lagere eisen stelt dan de geldende algemene regelen (GAR) of dan het noodzakelijke minimumreguleringsniveau (NAR) is niet aanvaardbaar. Wanneer de convenant boven het niveau van de hypothetisch haalbare regulering (HAR) uitstijgt, zijn er weinig bezwaren mogelijk. Wanneer het convenant minder strenge normen stelt dan het haalbare reguleringsniveau (HAR) lijkt een negatieve beoordeling gepast, tenzij bijkomende elementen aan de overeenkomst een meerwaarde geven. De eventuele bezwaren tegen regulerende convenanten beneden het haalbare normeringsniveau (HAR) worden versterkt door het gebrek aan algemene gelding van het convenant en de beperktere mogelijkheden om de naleving ervan af te dwingen. Hier is een zorgvuldige omschrijving van de verbonden partijen en van de mogelijkheid om het convenant in algemene regelen (GAR) om te zetten of algemeen verbindend te verklaren, noodzakelijk.

4.3 | Bijkomende wetgeving vereist?

Convenanten zijn effectief en aanvaardbaar indien zij oordeelkundig gebruikt worden. Dit oordeelkundig gebruik kan bevorderd worden door bijkomende wetgeving die een aantal minimum-voorwaarden stelt. Het ontwerp van decreet dat de Vlaamse regering heeft ingediend bij de Vlaamse raad ondervangt de meeste problemen omtrent de beperking van de overheidsbevoegdheid om normerend op te treden, de verbindende kracht van het convenant en de beschikbare sancties. Het voorstel blijkt vooral geïnspireerd door de bekommernis een minimaal kader te scheppen voor regulerende convenanten. De voorgestelde decretale regeling betreft niet convenanten met individuele ondernemingen. Voor bepaalde types van overeenkomsten zoals met agrarische bedrijven kan wellicht de vaststelling van modelovereenkomsten een oplossing bieden. In elk geval zou de materiële milieuwetgeving zo precies mogelijk moeten bepalen in welke omstandigheden een individuele afwijking van algemene regelen mogelijk is.

4.4 | Opvolging gewenst

De overheid doet er goed aan de feitelijke impact op het milieu van de milieubeleidsovereenkomsten goed na te gaan. In elk geval moeten de convenanten, bewust ingeschakeld worden in het geheel van de milieubeleidsplanning.

Begeleiders

P. Leroy, Vakgroep Milieu, Natuur en Landschappen, KUN

C. Bosch, SIRIEV

B Milieuzorgsystemen

M. Bauwens, Antes b.v.b.a.

Dit hoofdstuk brengt de problematiek van de milieuzorgsystemen in Vlaanderen in kaart en biedt een antwoord op de vraag in hoeverre en onder welke voorwaarden milieuzorgsystemen door de Vlaamse overheid als beleidsinstrument kunnen worden gehanteerd.

1 | Omschrijving

Een milieuzorgsysteem omvat het geheel van beleidsmatige, organisatorische en administratieve maatregelen en voorzieningen, die tot doel hebben de potentiële en reële milieu-effecten van een activiteit te kennen, om ze vervolgens in de eerste plaats te voorkomen, en ze ten tweede te beheersen.

Het toepassen van het voorkomingsbeginsel vergt een grondige doorlichting van de activiteiten of produktieprocessen, en informatievergaring over de beschikbare alternatieven. Deze alternatieven zijn uiteenlopend van aard: vervangen van schadelijke door milieuvriendelijke produkten, technische of organisatorische ingrepen, wijzigingen van het produktieproces of het produktie-apparaat zelf.

Een milieuzorgsysteem heeft betrekking op alle compartimenten van het milieu (lucht, water en bodem), die rechtstreeks of onrechtstreeks door de activiteiten kunnen worden beïnvloed, en dit in de meest brede zin. Een milieuzorgsysteem besteedt aandacht aan het rationele grondstoffenverbruik en energiegebruik, aan risico's inzake interne en externe veiligheid, aan de eigenschappen van het produkt en het produktieproces. De maatregelen worden niet strikt beperkt tot de eigenlijke locatie van de (bedrijfs)activiteit, maar houden tevens rekening met transport van produkten en afvalstoffen.

1.1 | Elementen en aspecten van het milieuzorgsysteem

Er is een onderscheid tussen integrale en partiële milieuzorgsystemen.

Integraal milieuzorgsysteem

Een integraal milieuzorgsysteem omvat vier logisch samenhangende basisonderdelen, ook wel beleidsplanningscyclus genoemd (figuur 1). In eerste instantie dient de uitgangssituatie goed te worden onderzocht. Om een lange-termijnvisie op het milieu te ontwikkelen, is immers een wetenschappelijk onderbouwde *milieuverkenning*, ook wel *milieu-audit* genoemd, van de bedrijfsactiviteit vereist. De bronnen en de effecten van milieuverontreiniging worden geïnventariseerd met behulp van meet-, registratie-, bemonsterings- en analysecampagnes. Kennis van deze basisgegevens leidt tot beter inzicht in de reële en potentiële relatie tussen bedrijf en milieu.

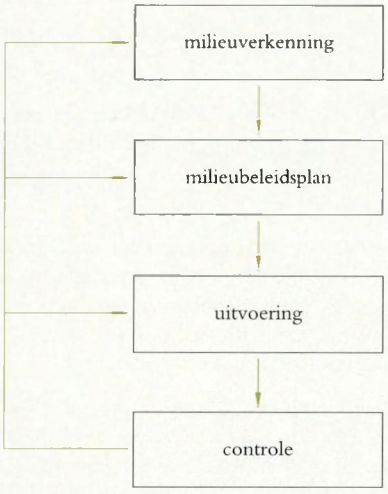
Op basis van die analyse, op basis van wetgevende bepalingen en op basis van daarop vooruitlopende uitgangspunten inzake preventie, kan vervolgens een beleid worden ontwikkeld. Het tweede basisonderdeel van het milieuzorgsysteem is dan ook het *milieubeleidsplan of milieuprogramma*, waarin de doelstellingen en de nodige maatregelen en middelen voor elke fase van de bedrijfsvoering duidelijk worden aangegeven. Dit kan bijvoorbeeld door het formuleren van de nagestreefde reductiedoelstellingen, met daaraan gekoppelde reductiemaatregelen en termijnen. Om het vooropgestelde programma te realiseren zijn een goed uitgebouwde organisatiestructuur en personele, financiële en technische middelen nodig.

Het derde basisonderdeel van het milieuzorgsysteem bestaat uit de *uitvoering* van het

milieuprogramma zoals daarin voorgeschreven.

Tenslotte is permanente *controle* op de werking van het milieuzorgsysteem noodzakelijk. Hierbij kan worden nagegaan welke vorderingen werden gemaakt, waar zich eventueel nog knelpunten bevinden. Door de regelmatige uitvoering van meet- en registratieprogramma's kan het systeem indien nodig worden bijgestuurd.

Figuur 1: Milieubeleidsplanningscyclus van een integraal milieuzorgsysteem.



Het integraal milieuzorgsysteem maakt deel uit van de integrale bedrijfsvoering. Het kan geen afzonderlijk bestaan leiden. Het is de zaak van zowel het management als het uitvoerend personeel. Geen enkele afdeling of divisie binnen het bedrijf wordt in een integraal milieuzorgsysteem ongemoeid gelaten.

Elementen en kenmerken van het integraal milieuzorgsysteem zijn minstens:

- *Milieu-audit*: dit is het instrument bij uitstek om de uitgangssituatie of 'nulsituatie' van een activiteit op milieugebied beter te leren kennen.
  Door ervaren milieudeskundigen wordt een gegeven bedrijfsactiviteit grondig doorgelicht, waarbij niet alleen milieutechnische, maar ook administratief-juridische en financiële aspecten aan bod komen. Bronnen van verontreiniging worden geïnventariseerd en gekwantificeerd waar mogelijk, maar ook alle documenten met enige milieurelevantie (vergunningen, keuringsattesten, aangiften en meldingsformulieren, geschreven procedures enz.) worden doorgenomen. Bij de uitvoering van een milieu-audit vindt er een intensieve informatie-uitwisseling plaats tussen de deskundige en de vertegenwoordigers van de onderneming.
  Doel van de milieu-audit is (a) de toetsing van de conformiteit met de wettelijke bepalingen, al dan niet in de vergunningen opgenomen; (b) de opgave van specifieke knelpunten en informatieleemtes; en (c) de te ondernemen acties. Ter ondersteuning worden onder meer ook de financiële consequenties hiervan ter sprake gebracht.
  Milieu-auditeurs zijn ofwel externe ofwel bedrijfsinterne deskundigen. Wil de milieudoorlichting objectief zijn, dan zijn een zekere afstand van het dagelijkse bedrijfsgebeuren en onafhankelijkheid in elk geval aangewezen.
- *Meet- en registratieprogramma's*: deze zijn gericht op het kwantitatief bepalen van de milieubelasting, op de controle op de naleving van vergunningsvoorwaarden, op het

verkrijgen van informatie omtrent de procesvoering, op het kwantificeren van de uitgevoerde verbeteringen, en op interne en/of externe rapportering.

- *Milieubeleidsverklaring*: dit is een schriftelijke verklaring, formeel vastgelegd door de directie van het bedrijf, die bekend wordt gemaakt aan alle werknemers en medewerkers. De verklaring geeft aan welke concrete doelstellingen het bedrijf zich stelt op milieugebied.
- *Milieuprogramma*: het programma van de voorgenomen (verplichte en vrijwillige) maatregelen op milieugebied, met de fasering en middelenbegroting voor de uitvoering ervan.
- *Integratie van milieuzorg in de bedrijfsvoering*: het aanwezig zijn van een duidelijke en overzichtelijke organisatiestructuur en toedeling van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden inzake milieu-aangelegenheden.
- *Interne controles*: inspecties en keuringen van technische en organisatorische maatregelen en controle op de naleving van voorschriften, procedures en instructies.
- *Voorlichting en opleiding*: deze zijn nodig om deskundigheid, motivatie en betrokkenheid van het management en het personeel te waarborgen.
- *Interne en externe rapportering*: rapportering aan het management (intern) en aan overheidsinstanties en derden (extern), zo mogelijk gelijklopend met de verslaggeving over andere aspecten van de bedrijfsvoering.

Partieel milieuzorgsysteem

In een partieel milieuzorgsysteem zijn slechts een beperkt aantal onderdelen of elementen van het milieuzorgsysteem, zoals dit hierboven werd gedefinieerd, in de onderneming geïmplementeerd , of omvatten de initiatieven inzake milieuzorg niet alle milieucompartimenten of bedrijfsactiviteiten.

1.2 | Relatie met kwaliteitssystemen en normen

Implementatie van een partieel of integraal milieuzorgsysteem binnen een onderneming is meestal niet het gevolg van de eis van een klant om de milieubelasting te beheersen. Wel stelt de klant uitdrukkelijke eisen aan de kwaliteit van de produkten. Ten behoeve van de kwaliteitswaarborg werden door de International Standardization Organization kwaliteitsnormen ontwikkeld. Deze staan bekend als de ISO 9000, 9001, 9002, 9003, 9004. Deze normen zijn van toepassing op de verschillende schakels in de produktieketen.

De ISO-kwaliteitsnormen kennen inmiddels een brede toepassing binnen de ondernemingen. De *gelijkenis* tussen integrale milieuzorgsystemen en integrale kwaliteitszorgsystemen berust voornamelijk op het preventieve doel, op het feit dat beide gericht zijn op de volledige bedrijfsactiviteiten en op de analoge beleidsplanningscyclus (figuur 1).

Integrale kwaliteitszorgssystemen (IKZ) zijn op preventie van produktiefouten gericht en hebben de verbetering en beheersing van het gehele produktie- en communicatieproces, kortom van alle voortgangsprocessen in functie van de kwaliteit tot doel. Het inbouwen van milieugerichte beoordelingen of toetsingen met preventief karakter binnen deze kwaliteitssystemen, lijkt op het eerste gezicht dan ook voor de hand liggend.

Toch blijft een fundamenteel *verschil* tussen beide systemen bestaan. Kwaliteitszorg wordt immers vooral ingegeven door marktfactoren, terwijl dit voor milieuzorg zeker op korte termijn niet het geval is. Aan milieuzorg worden op dit ogenblik, wellicht ten onrechte, geen directe commerciële voordelen gekoppeld. Milieuzorg resulteert (alsnog) niet in een beter verkoopbaar produkt, terwijl dit met kwaliteitszorg duidelijk wel het geval is. Hoewel *groen produceren* als marketing-, imago- en verkoopsfactor niet hetzelfde gewicht heeft als de produktkwaliteit, wordt bij de con-

sument toch een toenemende belangstelling vastgesteld voor produkten die als milieuvriendelijk worden aangeprezen. De werkelijke milieuvriendelijkheid van deze produkten is echter moeilijk na te gaan bij gebrek aan standaard-milieukwaliteitsnormen.

Naast de ISO-kwaliteitsnormenreeks bestaan de Britse Standaard BS 7750-92 en de Franse norm X 30-200. Deze voorschriften zijn geen typische kwaliteitsnormen, maar omvatten specificaties die rechtstreeks gericht zijn op het inbouwen van milieunormen. Zij omvatten onder meer concrete richtlijnen voor de uitvoering van milieu-audits.

Binnen de International Standardization Organization is inmiddels ook een *Technical Committee* werkzaam, dat bezig is specifiek milieugerichte normen en procedures te ontwerpen. Een ontwerpnorm voor milieuzorgsystemen wordt verwacht tegen 1996.

2 | Milieuzorgsystemen in Vlaanderen

2.1 | Overheidsinitiatieven

Hierna volgt een overzicht van overheidsinitiatieven op internationaal, nationaal en regionaal vlak ter bevordering van milieuzorg in bedrijven.

De EG-verordening nr. 1836/93 van 29 juni 1993

De toenemende publieke belangstelling voor milieuvriendelijke activiteiten beïnvloedt via de vraagzijde de economische omgeving en de bedrijfsvoering. Steeds meer bedrijven ervaren het als positief voor hun marktpositie en de relaties met belangengroepen zoals overheid, omwonenden, milieu-organisaties e.d. om hun zorg voor het milieu of hun milieu-investeringen naar buiten uit bekend te maken.

In dit kader werd op 29 juni 1993 door de Raad van de EG de verordening nr. 1836/93 uitgevaardigd inzake de vrijwillige deelname van bedrijven uit de industriële sector aan de ontwikkeling en implementatie van een communautair milieubeheer- en milieu-auditsysteem.

Het milieubeheer- en milieu-auditsysteem wordt gedefinieerd als instrument op bedrijfsniveau voor de evaluatie en de verbetering van de resultaten van milieubewust handelen bij industriële activiteiten. Het omvat verschillende welgedefinieerde elementen. Voor deze evaluatie dienen *milieuverificateurs* door de lidstaten van de EG te worden aangesteld.

Voor het stimuleren van de deelname voorziet de verordening in de registratie van industriële bedrijfslocaties die aan de verordening voldoen en in de bekendmaking ervan in het Publikatieblad van de EG. Indien de bevoegde instantie een locatie heeft geregistreerd mag ook een grafische afbeelding (logo), samen met de verklaring van deelneming van het bedrijf, worden gebruikt. Deze afbeelding mag echter niet in reclame voor produkten, noch op de produkten of op de verpakking ervan worden gebruikt. Onder bepaalde voorwaarden kunnen bedrijven zich zelf dus een *groen imago* aanmeten.

Aangezien de verordening van recente datum is en de omzetting naar de Vlaamse wetgeving nog niet plaatsvond, is op dit ogenblik niet bekend hoeveel bedrijven aan het systeem wensen deel te nemen.

Algemene en sectoriële milieuwetgeving

Via de algemene en sectoriële milieuwetgeving beschikt de overheid over een aantal juridische en economische instrumenten om de uitbouw van milieuzorgsystemen te bevorderen.

De invoering van de *milieu-effectrapportering* (mer) heeft tot doel de reële en potentiële effecten van een bepaald project op voorhand systematisch te evalueren. In die zin heeft de milieu-effectrapportering een preventief karakter. De overheid verkrijgt een beter inzicht in de technische en organisatorische maatregelen die getroffen kunnen worden om de effecten tot een minimum te beperken. Het milieu-effectrapport is gericht op een gegeven produktieproces vanaf de ontwerpfase, maar neemt noch de voorgeschiedenis (d.w.z. vanaf het gebruiken van natuurlijke hulpbronnen tot aan het ontwerp) noch de nageschiedenis (d.w.z. de 'route' van de vervaardigde produkten naar het milieu toe) mee in aanmerking. De huidige (Europese en Vlaamse) milieuwetgeving voorziet niet in een produkt-mer. Toepassing van levenscyclusanalyse (LCA) vindt, zij het voorlopig grotendeels buitenwettelijk, wel steeds meer plaats. Met LCA is een preventieve evaluatie van de milieuvriendelijkheid van produkten in principe wel mogelijk.

In VLAREM II zijn algemene en sectoriële *normen* voor diverse industriële activiteiten opgenomen. Bovendien is de uitvoering van *meet- en registratieprogramma's* aan de ondernemingen opgelegd, hetzij via de vergunning, hetzij via de algemene of sectoriële bepalingen. Bij de naleving van deze verplichtingen worden de ondernemingen geconfronteerd met de eigen, gemeten of geraamde milieubelasting. Dit moet de ondernemingen er mede toe aanzetten na te denken over de milieu-effecten van de economische activiteiten en vooral over de mogelijkheden om deze belasting te verminderen: er zijn immers *sancties* voorzien bij niet-naleving van de opgelegde voorwaarden, en *heffingen* op de restvervuiling.

In het *Afvalstoffenplan* 1991-1995 zijn de begrippen 'Milieuzorgsystemen' en 'Milieu-audits' en sectoriële 'afvalstoffenplannen' opgenomen. In het kader van de PRESTI-overeenkomsten met de OVAM zullen bedrijven kunnen genieten van een financiële tussenkomst, indien ze goedgekeurde plannen kunnen voorleggen die op termijn een reductie van hun afvalstromen inhouden zonder dat emissies in lucht, water en bodem toenemen. Het PRESTI-programma zal wellicht starten na de zomer van 1994.

In de tekst over Bedrijfsinterne Milieuzorg van 3 september 1993 van het *Voorontwerp Kaderdecreet Milieuhygiëne* van de Interuniversitaire Commissie tot Herziening van het Milieurecht (ICHM) wordt de verplichte milieu-audit en de verplichte aanstelling van een milieu-coördinator binnen bepaalde categorieën van bedrijven voorgesteld. Aan exploitanten zou de verplichting worden opgelegd om emissie- of immissiewaarden voortdurend of periodiek te meten en te registreren. Aan bepaalde ingedeelde inrichtingen wordt in VLAREM de verplichting tot het maken van een milieujaarverslag opgelegd.

Economische expansiewet

Het *ecologiecriterium* opgenomen in de economische expansiewetten vormt een economische stimulans voor de inbouw van milieuzorg in de bedrijfsactiviteit. Milieu-investeringen, met een minimum bedrag van 600 000 BF, genieten 15 % bijkomende expansiesteun indien zij leiden tot reducties die verder gaan dan de opgelegde normen.

Dienstverlening

De *Gewestelijke Ontwikkelingsmaatschappijen* hebben *milieucellen* opgericht, die instaan voor de begeleiding van bedrijven op milieugebied. De dienstverlening omvat vooral het verstrekken van informatie over vergunningen, wetgeving, overheidssteun op investeringen, enz.. Voor advisering inzake specifieke zuiverings- of preventietechnieken wordt doorverwezen naar gespecialiseerde instanties.

2.2 | Initiatieven van het bedrijfsleven

Onderstaande conclusies zijn gebaseerd op informatie verkregen van vertegenwoordigers van verschillende belangengroepen. Daartoe behoorden de in Vlaanderen belangrijkste industriële sectoren zoals de chemische industrie, de petroleumnijverheid, de metaalverwerkende nijverheid, de voedingsindustrie, de papier- en kartonindustrie en de pharmaceutische industrie.

Hieruit kon worden geconcludeerd dat in bijna alle bedrijven initiatieven zijn genomen die onder de noemer van 'milieuzorg' kunnen worden geplaatst. In de meeste gevallen gaat het echter om partiële milieuzorgsystemen, waarbij het accent ligt op de naleving van milieunormen.

Uit navraag bij de bedrijfsfederaties blijkt dat in méér dan 90 % van de *grote bedrijven* een milieu-audit werd uitgevoerd, hetzij door interne deskundigen, hetzij door externe deskundigen van een milieu-adviesbureau. Met het oog op het behoud of de versteviging van het *groen imago* enerzijds en de anticipering op toekomstige wettelijke beperkingen inzake milieuverontreiniging anderzijds, hebben deze grote bedrijven in de meeste gevallen ook eigen en verregaander initiatieven ontplooid inzake milieuzorg dan enkel milieu-audits of de uitvoering van door de overheid opgelegde meetprogramma's. Grote bedrijven beschikken vandaag over eigen milieucellen of milieu-afdelingen, waarin specifieke taken van milieuzorg (op technisch, administratief-juridisch en/of bedrijfseconomisch vlak) worden uitgevoerd.

In *middelgrote en kleine bedrijven* daarentegen vonden initiatieven van (partiële) milieuzorg en/of het inroepen van deskundigen vaak plaats nà een conflictsituatie met de overheid (vaststelling van een overtreding bijvoorbeeld) en zonder specifiek preventief doel. Milieu-audits werden in middelgrote en kleine bedrijven in veel beperktere mate uitgevoerd dan in grote bedrijven. Uit navraag bij adviesbureaus bleek dat ze bovendien niet steeds alle compartimenten van het milieu omvatten, maar bijvoorbeeld beperkt bleven tot de afvalwatersituatie of de luchtemissies.

Binnen éénzelfde bedrijfssector vervullen de grote bedrijven een belangrijke *voorbeeld- en informatiefunctie* voor de kleinere bedrijven. Zo wordt door de vertegenwoordigers van de genoemde industriële sectoren gemeld dat handboeken of checklists door hen, al dan niet in samenwerking met bedrijfstakorganisaties, worden opgesteld of reeds worden gehanteerd. Deze handleidingen laten toe om een systematische milieuverkenning van de bedrijfseigen milieuproblematiek te verrichten (bronnen van verontreiniging, mate van toepassing van zuiveringsprocédés, vergunningssituatie enz.), of vaardigen specifieke richtlijnen voor milieubeleidsplanning en -uitvoering uit. De aandacht gaat hierbij nog vaak uit naar de naleving van wetten en normen, meer dan naar concrete preventietechnieken. In de voedingsnijverheid wordt evenwel steeds meer het accent gelegd op de problematiek van het verpakkingsafval en de mogelijke preventieve aanpak.

Toonaangevend als sectorinitiatief is het voorbeeld van de *chemische nijverheid*. De Federatie der Chemische Nijverheid aanvaardde in 1991 een programma, bekend onder de naam 'Responsible Care'. De aangesloten ondernemingen verbonden er zich toe alles in het werk te stellen ten gunste van de veiligheid, de gezondheid en de bescherming van het milieu (het gaat in totaal over méér dan 700 bedrijven en bijna 100 000 werknemers). De Responsible Care-verklaring omvat tien beleidspricipes inzake milieu, veiligheid en gezondheid. In welke mate dit initiatief op zich zelf tot invoering van integrale of partiële milieuzorgsystemen heeft geleid, is moeilijk na te gaan. In de eerste plaats omdat het een beginselverklaring betreft die wel principes, maar geen concrete maatregelen naar voren schuift. In de tweede plaats omdat deze beginselverklaring is totstandgekomen in een periode waarin binnen deze bedrijven ook allerlei andere initiatieven op gang waren gekomen.

Alle *federaties* van de genoemde industriële sectoren staan inmiddels in voor het verstrekken van *eerstelijnszorg* inzake milieu aan de kleinere ondernemingen. Kleinere bedrijven die specifieke milieuproblemen ondervinden worden geholpen bij het vinden van de juiste informatiekanalen, of krijgen algemene informatie over de partiële initiatieven die zij kunnen ondernemen, of worden ondersteund met praktische hulp (bv. bij het opstellen van vergunningsaanvragen). Problemen die diepgaander onderzoek vergen (bv. de ontwikkeling en implementatie van een milieuzorgsysteem op de maat van het betreffende bedrijf) zijn niet in deze dienstverlening opgenomen.

Per sector werden *milieuwerkgroepen* of commissies opgericht of werden ze actiever door uitbreiding van hun activiteiten naar andere, nieuwe milieucompartimenten of in functie van ontwikkelingen op wetgevend vlak. Ook hier is de bedoeling vooral de uitwisseling van informatie en ervaring. De informatie kan van technische aard zijn (bv. best beschikbare technologieën), of van administratieve of juridische aard.

De lokale *kamers van koophandel* en *middenstandsverenigingen* blijken steeds meer dienstverlenende activiteiten inzake milieuzorg te ontplooien. Meestal betreft het hier ook eerstelijnshulp vergelijkbaar met wat door de bedrijfsfederaties kan worden geboden.

2.3 | Initiatieven door werknemersorganisaties

Werknemersorganisaties kunnen op milieugebied zowel voor het management, via de Ondernemingsraad en het Comité voor Gezondheid, Veiligheid en Verfraaiing van de werkplaatsen, als voor de werknemers , een belangrijke rol vervullen. Voorwaarde is dat zowel de afgevaardigden als de werknemers degelijk geïnformeerd worden over de milieuproblematiek van hun bedrijf en vooral over de samenhang tussen economische belangen en milieubelangen. In de eerste plaats staan de veiligheid en gezondheid van de werknemers op het spel. In de tweede plaats leidt het niet-naleven van milieuvoorschriften door het bedrijf tot risico's voor sanctionering van het bedrijf door de overheid. Om hieraan tegemoet te komen hebben ABVV, ACLVB en ACV inmiddels opleidingscycli georganiseerd om werknemers over milieu en veiligheid te kunnen informeren. Ook werden handboeken over milieuzorg opgesteld. Deze handboeken geven niet alleen informatie over de milieuproblematiek, maar ook over de wijze waarop werknemers of hun vertegenwoordigers de milieuzorg in het bedrijf kunnen stimuleren.

2.4 | Milieu-adviesbureaus

De laatste jaren werden in Vlaanderen talrijke commerciële milieu-adviesbureaus opgericht. Specifieke dienstverlening inzake de uitbouw van milieuzorgsystemen en preventieve technieken blijkt tot op heden echter weinig aan bod te komen. De marktvraag is vooral toegespitst op juridisch advies, op (integrale of partiële) milieu-audits, op de uitvoering van meetcampagnes en op milieu-effectrapportering.

3 | Knelpunten

3.1 | Overheid

Voor de overheid hebben milieuzorgsystemen in de eerste plaats preventie en in de tweede plaats naleving van milieuvoorschriften tot doel.

Het overheidsinstrumentarium biedt vooral middelen om de inbouw van milieuzorg op directe wijze te beïnvloeden (vergunningen, heffingen, eventuele subsidiëring, enz.). Dit heeft echter als belangrijke consequentie dat de adequate uitvoering van *administratieve- en controletaken* voor de overheid, gezien het grote aantal bedrijven en de toenemende vereisten van specialisme op het vlak van produktieprocessen en

milieutechniek, milierecht enz., zeer *arbeids- en personeelsintensief* wordt. De inbouw van milieuzorg wordt daarom meer en meer gezien als de taak en de verantwoordelijkheid van het bedrijfsleven zelf. De eigen verantwoordelijkheid veronderstelt echter ook een grotere openheid van bedrijven inzake milieuproblemen en milieubeleid.

In het overheidsinstrumentarium *ontbreken,* naar analogie met de kwaliteitszorgsystemen, stimulansen die de invoering van preventieve milieuzorg beïnvloeden vanuit de economische realiteit van het bedrijf. *Economische instrumenten* (emissieheffingen, milieutaksen, subsidies) zullen de bedrijven stimuleren om de verantwoordelijkheid inzake milieuzorg zelf volledig op zich te nemen.

Tenslotte ontbreekt een door de overheid vastgelegd *milieubeleidsplan*, waarin de doelstellingen over meerdere jaren worden gespecifieerd en gemotiveerd en waarop door alle direct of indirect betrokkenen systematisch kan worden ingespeeld.

3.2 | Bedrijfsleven

De implementatie van het milieuprogramma in de bedrijven blijft over het algemeen nog gebrekkig. Er is een duidelijk onderscheid tussen de knelpunten in kleine en middelgrote bedrijven enerzijds en in grote bedrijven anderzijds.

Bij de *kleine en middelgrote ondernemingen* bestaat nog steeds grote *behoefte aan informatie* (zowel inzake de steeds complexer wordende juridische en administratieve bepalingen als inzake beschikbare technologieën). Daarnaast ontbreken vaak de vereiste financiële middelen om milieuzorg minstens partieel in de bedrijfsvoering op te nemen. Beleidsmaatregelen worden eerder ervaren als belastend. Positieve stimulansen (subsidiëringen bijvoorbeeld) zijn slecht bekend.

Voor kleine en middelgrote ondernemingen bepalen *korte-termijn resultaten* vaak de economische overlevingskansen. Preventie is van het allerhoogste belang voor de bescherming van het milieu, maar is op korte termijn niet steeds lonend in de gebruikelijke bedrijfseconomische betekenis van het woord. Door de gebrekkige informatiedoorstroming is de vaststelling dat milieuzorg economisch gezien lonend kan zijn bij kleine en middelgrote ondernemingen nog niet doorgedrongen. In de praktijk kan een kosten-batenanalyse uitmaken in welke mate preventieve maatregelen verzoenbaar zijn met de economische leefbaarheid en de marktpositie van de onderneming. Over het algemeen is er nog steeds veel behoefte aan betaalbaar, praktisch én deskundig advies.

Grote bedrijven zien de uitbouw van milieuzorgsystemen als systemen van het management, die liefst uit de repressieve sfeer worden gehouden. De nadruk wordt gelegd op interne handhaving, waarbij de rol van de overheid beperkt blijft tot steeksproefsgewijze controles op metingen en registraties van bedrijven. In dit opzicht zijn de wensen van overheid en bedrijfsleven in feite verzoenbaar.

Toch blijven in de verdere uitbouw van milieuzorg, en in het bijzonder van de integrale milieuzorgsystemen, ook bij grote bedrijven nog knelpunten bestaan. In de eerste plaats vindt de *implementatie* van dergelijke systemen niet plaats van de ene dag op de andere. Voor planning, financiering en uitvoering zijn verschillende jaren nodig. In de tweede plaats ervaren vooral bedrijven in sterk competitieve sectoren het als een *bedreiging* voor hun *concurrentiepositie* wanneer normen inzake milieuzorg op regionaal, nationaal of internationaal vlak geen gelijke tred houden. Wat echter wel als positief wordt beschouwd, is dat deze normen een zekere mate van rechtszekerheid waarborgen.

Grote bedrijven die actief zijn in oudere industriële activiteiten of die van daaruit zijn gegroeid, en die zich vaak in een *monopolistische situatie* bevinden, zijn minder geneigd in te spelen op ontwikkelingen in het milieubeleid dan nieuwere bedrijven. Bij deze

laatste, meestal multinationaal georganiseerde bedrijven, zijn factoren zoals het wereldwijd imago, de internationale concurrentiepositie en de enorme financiële verliezen die kunnen voortspruiten uit het optreden van zware ongevallen met milieuschade (bv. dalende beursnotering), daarentegen van doorslaggevend belang.

3.3 | Werknemersorganisaties

Ondanks de initiatieven inzake informering en bewustmaking van werknemers blijven er vooroordelen bestaan over door de overheid aan het bedrijf opgelegde milieuverplichtingen. De vrees voor jobverlies ontkracht vaak de potentieel stimulerende rol van de werknemers binnen het bedrijf.

Het ontbreken van een specifieke milieudienst in het bedrijf en van een milieuverantwoordelijke als gesprekspartner en vertegenwoordiger of als diens sociaal-rechterlijke beschermer, wordt als knelpunt ervaren.

Tenslotte krijgt de stem van de werknemer binnen overlegorganen zoals de Ondernemingsraad en het Comité voor Veiligheid, Gezondheid en Verfraaiing van de Werkplaatsen weinig gehoor wanneer deze organen niet beschikken over een wettelijk vastgelegd adviesrecht inzake het gevoerde milieubeleid.

3.4 | Milieu-adviesbureaus

Er zijn tal van milieu-adviesbureaus in Vlaanderen opgericht, maar de milieudienstverlening is nog *onvoldoende bekend* of *te weinig verspreid*. De dienstverlening omvat wel de uitvoering van milieu-inventarisaties en milieu-audits, maar in veel mindere mate de inbouw van milieuzorgsystemen. Bovendien is de dienstverlening van milieu-adviesbureaus vooral gericht op grote of middelgrote bedrijven. Kleinere bedrijven beschikken meestal niet over de financiële middelen om het advies van externen in te roepen.

4 | Aanbevelingen

Om de knelpunten bij de implementering van integrale of partiële milieuzorgsystemen in Vlaanderen weg te werken, zijn bijkomende inspanningen van overheid, bedrijfsleven en andere betrokkenen nodig.

4.1 | Overheid

Milieubeleidsplanning

Wil de overheid de implementering van integrale milieuzorgsystemen via de beschikbare en te ontwikkelen beleidsinstrumenten verder bevorderen, dan mag redelijkerwijze ook een integrale en consequente aanpak van het beleid worden verwacht. Het opstellen van een *indicatief meerjarenprogramma*, waarin doelstellingen, fasering en specifieke taken voor de betrokken doelgroepen worden vastgelegd, is noodzakelijk. Het voordeel van dergelijk programma is dat het de rechtszekerheid verhoogt; dat iedereen precies weet wat op termijn van hem verwacht wordt; dat de gemaakte vorderingen op regelmatige tijdstippen onderzocht kunnen worden; en dat het beleid zonodig bijgestuurd kan worden.

De milieuproblematiek kent geen landsgrenzen of regionale grenzen. In het belang van het milieu, en met het oog op het welslagen van het beleid (onder meer inzake eerlijke concurrentie), moet werk worden gemaakt van een *Europees gecoördineerde beleidsstrategie*.

Milieubeleidsinstrumentarium

Het juridisch, economisch en sociaal beleidsinstrumentarium kan nog verder worden uitgebouwd. Hierbij dient in de eerste plaats de *doorzichtigheid* en de *onderlinge samenhang* van wetgevende bepalingen centraal te staan.

De uitbouw dient te voorzien in meer algemeen geldende principes, waarbij men uitgaat van de gebruikte grondstoffen (d.i. vooraan in de produktie- en consumptieketens) en hun mogelijke impact op het milieu. Interessant in dit verband is dat Agenda 21 (UNO-Conferentie voor Milieu en Ontwikkeling, Rio de Janeiro, 1992) economische stimuli voorstaat die niet gesteund zijn op het principe 'de vervuiler betaalt', maar wel op het bredere *de verbruiker van natuurlijke hulpbronnen betaalt*. Dit kan door het leggen van hogere accijnzen op sterk milieubelastende grondstoffen, factorheffingen genaamd (zie V.2A Heffingen), of door de invoering van produktnormen. Deze benadering beperkt niet alleen de emissies en lozingen aan de bron maar voorkomt bovendien het ontstaan ervan door stimulering van proces-geïntegreerde maatregelen. De invoering van factorheffingen moet wetenschappelijk en maatschappelijk onderbouwd worden.

Subsidiëringen of fiscale aftrekbaarheid voor (preventieve) milieu-investeringen kunnen een stimulans vormen voor ondernemingen. Voorwaarde is dat informatie terzake voldoende doorstroomt naar het bedrijfsleven en dat de beoordeling van de dossiers volgens objectieve en onafhankelijke criteria plaatsvindt. Er kan gedacht worden aan de invoering of uitbreiding van *ecologische criteria* naar andere sectoren van het overheidsbeleid.

Een vereenvoudiging van vergunningsprocedures voor bedrijven die preventieve milieuzorg in verregaande mate hebben geïmplementeerd en voldoende blijk geven (hebben gegeven) van openheid inzake het gevoerde milieubeleid kan stimulerend werken.

Voor de kleine en middelgrote bedrijven zijn voor de overheid taken van *informering* weggelegd. Groepsinitiatieven en samenwerkingsverbanden dienen bovendien te worden aangemoedigd. Wetenschappelijk onderzoek toegespitst op de problematiek van kleine en middelgrote bedrijven moet worden geïntensiveerd.

De overheid ziet zich vandaag en in de toekomst geplaatst voor omvangrijke administratieve, controle- en informatietaken. De efficiënte uitvoering van deze taken, die van cruciaal belang is, vergt *bijkomend personeel*, met uiteenlopende kwalificaties en voldoende ervaring.

4.2 | Bedrijfsleven

Het bedrijfsleven dient zijn verantwoordelijkheid in de problematiek van het milieu verder op te nemen. In de verschillende industriële sectoren moeten talrijke proces-geïntegreerde en brongerichte maatregelen genomen worden.

Voor *kleine en middelgrote ondernemingen* met een geringe milieubelasting kan een partieel milieuzorgsysteem afdoende zijn. Essentieel hierbij is dat binnen deze bedrijven een *milieuverantwoordelijke* wordt aangeduid die belast is met de uitvoering van milieutaken (eventueel naast andere taken) en rechtstreeks aan de directie rapporteert. Als alternatief kan geopteerd worden voor de aanstelling van een verantwoordelijke voor groepen van bedrijven in een regionaal of sectorieel uit te bouwen bedrijfsmilieudienst. Waar nodig kan deze verantwoordelijke worden bijgestaan door externe deskundigen.

Grote bedrijven hebben binnen hun sector een belangrijke rol te vervullen in de doorstroming van informatie naar kleinere bedrijven. De initiatieven die op dit vlak reeds werden genomen zijn positief en dienen verder te worden uitgebouwd. Binnen de

grote bedrijven kan *informering en opleiding* van werknemers nog worden verbeterd, zodat de waakzaamheid inzake milieu zich op elk niveau zou manifesteren. Naast verbetering van de interne communicatie mag ook meer *openheid* op milieugebied worden verwacht.

4.3 | Werknemersorganisaties

Verdere actieve *informering en kennisoverdracht* aan de werknemers blijft noodzakelijk. De rol die werknemersorganisaties op milieugebied kunnen spelen via de verschillende overlegorganen, wordt mede bepaald door de mate waarin zij over concreet adviesrecht beschikken.

4.4 | Adviesbureaus

Dienstverlening van adviesbureaus kan ongetwijfeld verder uitgebouwd worden naar meer op *preventie* gerichte methodes. In de dialoog tussen overheid en bedrijfsleven kunnen erkende adviesbureaus een belangrijkere rol spelen.

4.5 | Milieu-organisaties en bevolking

Milieu-organisaties spelen een belangrijke rol bij de sensibilisatie van en de informatie aan de bevolking. De ervaring en expertise terzake zou, meer dan nu het geval is, ook ter ondersteuning van kleine en middelgrote bedrijven kunnen worden ingezet. Daarnaast kunnen milieu-organisaties én overheid bijdragen aan wijzigingen in het aankoopgedrag van consumenten. Een betrouwbare milieu-certificatie van produkten is hierbij noodzakelijk.

Referenties

Artois J., Houthuys F., Luts P., Melis M., Onraedt S., Vyvey Q., Milieu-audit: vragenlijst voor de milieubewuste ondernemer, Stichting Leefmilieu, 1993.

Bouckaert R., Opbouw van een milieuzorgsysteem, Praktijkboek Milieu en Bedrijf, 1993.

Commissie van de Europese gemeenschappen, Voorstel voor een verordening (EEG) van de Raad inzake de vrijwillige deelneming van bedrijven uit de industriële sector aan een communautair 'Eco-Audit-systeem'.

Chevalier J., Approche de la gestion de l'environnement chez U.C.B., Texte Séminaire Qualichem, 1993.

Craenen J., Mazijn B., Milieuzorgsystemen: een voorstel tot norm, VITO, 1992.

De Grève, La Gestion de l'environnement chez Solvay s.a., Texte Séminaire Qualichem, 1993.

De Mulder F., PROSA: een concrete oefening van afval- en emissiepreventie bij KMO's. Leefmilieu, nummer 6, 1993.

De Pauw M., Milieu-auditing als uitgangspunt voor bedrijfsinterne milieuzorg, 1989.

Lavrysen L., m.m.v. De Clercq J., Ontwerp Kaderdecreet Milieuhygiëne, Bedrijfsinterne Milieuzorg, 1993.

Leroy P., Milieuzorg in bedrijven, Praktijkboek Milieu en bedrijf, 1992.

Leroy P., Mogezomp H. G., Diependaal M. J., Het kwaliteitskostenmodel (MKKM) als instrument van bedrijfsmilieuzorg, Praktijkboek Milieu en Bedrijf, 1992.

Marion J. Y., Valenduc G., Les méthodes d'évaluation environnementale: des outils de technology assessment, Collection Emerit, Fondation Travail-Université, 1993.

Milieucel G.O.M. Antwerpen, Milieuzelftest, Checklist Milieudossier, 1993.

Salamitou M. J., Le système de gestion de l'environnement dans le groupe Rhône Poulenc, Texte Séminaire Qualichem, 1993.

Sarginson M. N. J., Les développements concernant les systèmes de gestion de l'environnement. Le système de gestion de l'environne-

ment de EXXON, Texte Séminaire Qualichem, 1993.

SIREV, Milieuzorgsystemen in het kader van Responsible Care, 1992.

SIREV, Richtlijnen voor het gebruik door de chemische industrie van ISO 9001 en EN 29001 toegepast op milieuzorgsystemen, 1992.

Strategisch Plan Kempen, Milieuzorg binnen het bedrijf, Checklist, 1991.

Verbond der Landbouw- en Voedingsnijverheden, Preventiemaatregelen m.b.t. verpakkingen: programma op korte termijn, 1993.

Winter G., Business and the environment, A handbook of industrial ecology with 22 checklists for practical use, Mc Graw-Hill Book Company GmbH, 1988.

Begeleiders

P. Leroy, Vakgroep Milieu, Natuur en Landschappen, KUN

G. Borighem, SIREV

C Milieu-educatie en -informatie

M. Sys, Instituut voor Milieukunde, UIA

De Vlaamse overheid erkent milieu-educatie en milieu-informatie als volwaardige beleidsinstrumenten. Deze sociale beleidsinstrumenten onderscheiden zich van de juridische en economische instrumenten door de actieve betrokkenheid van de doelgroepen en de minder grote controle door de overheid. Milieu-educatie en milieu-informatie worden door de overheid ingezet om een maatschappelijk draagvlak voor het milieubeleid te creëren of te verstevigen. De overheid wil door gedragsbeïnvloeding tot een blijvend milieuvriendelijk handelen aanzetten. Milieu-educatie en milieu-informatie zijn gericht op een verinnerlijking van milieuvriendelijk gedrag. Zij beslaan een brede waaier van initiatieven en er zijn veel actoren en doelgroepen bij betrokken.

De Vlaamse overheid beschikt niet over een globaal en systematisch overzicht van de initiatieven als basis voor het beleid. Begrippen en terminologie worden bovendien niet op een eenduidige manier gehanteerd. Op basis van de bevindingen uit het praktisch onderzoek en het theoretisch kader voor de toepassing van het beleidsinstrumentarium wordt een antwoord gezocht op de vragen:
Wat is de rol van de overheid bij het inzetten van milieu-educatie en milieu-informatie als volwaardige beleidsinstrumenten om een maatschappelijk draagvlak voor het milieubeleid te creëren? En wat is de rol van de andere actoren?

Deze studie is een verkennend onderzoek naar de toestand van milieu-educatie en milieu-informatie in Vlaanderen. Wij baseren ons op beschikbare gegevens en geven een beschrijvende analyse van die toestand en van de behoeften anno 1993. Een analyse van vraag en aanbod geeft aan waar zich de sterke en zwakke punten in het huidige aanbod bevinden. De gegevens worden ten slotte geëvalueerd in functie van een doeltreffend en doelmatig milieubeleid.

1 | Milieu-educatie en -informatie als milieubeleidsinstrument

1.1 | Begrippenkader

De begrippen milieu-educatie en milieu-informatie zijn ruim verspreid, maar worden op verschillende wijze geïnterpreteerd en gehanteerd. Er is sprake van milieu-educatie ('environmental education'), natuur- en milieu-educatie (NME), milieuvoorlichting waarvan milieu-educatie al dan niet deel uitmaakt, milieucommunicatie en milieu-informatie.

Milieu-educatie

Milieu-educatie is *een langdurig en continu proces waarbij gestreefd wordt naar het ombuigen van het menselijk gedrag in een milieuvriendelijke richting*. Milieu-educatie probeert de mens een ecologisch verantwoord wereldbeeld bij te brengen opdat hij duurzaam leert omgaan met zijn omgeving. In de omschrijving van milieu-educatie zijn vier componenten van cruciaal belang: *milieu, educatie, milieuvriendelijk gedrag, gedragsverandering*[1].

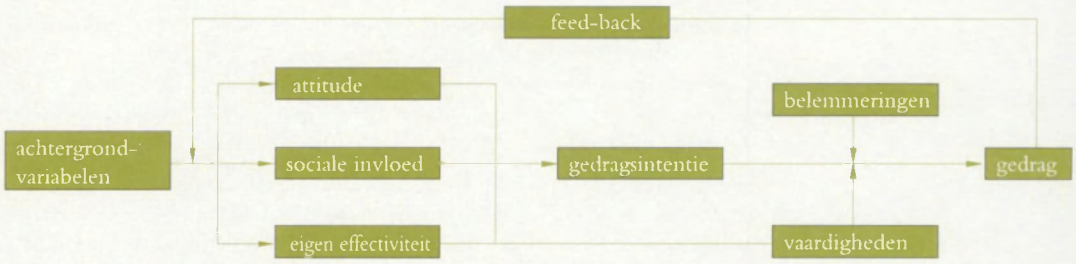
Milieu staat voor de niet-levende en levende omgeving van de maatschappij waarmee die in relatie staat. De natuur maakt daar integraal deel van uit.
Educatie betekent opvoeden en verwijst naar waarden- en attitudevorming, kennisoverdracht en het ontwikkelen van vaardigheden. Educatie is gericht op leren, heeft lange-termijndoelstellingen en veronderstelt actie.
Milieuvriendelijk gedrag is menselijk gedrag dat positieve effecten heeft voor het milieu.

Het gaat hier om ecologisch verantwoorde handelingen van individuen, van groeperingen uit de samenleving en van de samenleving in haar geheel. Vaak impliceert milieuviendelijk gedrag het uitblijven van milieu-onvriendelijk gedrag. Daarom kan het misschien beter omschreven worden als *milieusparend* gedrag: gedrag dat een minimale milieubelasting teweeg brengt en natuur en milieu als randvoorwaarde erkent.

Gedragsverandering ten voordele van het milieu: milieuvriendelijk gedrag komt tot stand nadat verschillende stappen doorlopen zijn. *Milieubesef* en *milieu-attitude* alleen volstaan niet om het gedrag te veranderen. Verschillende factoren of *gedragsdeterminanten* hebben invloed op de intentie om het gedrag te veranderen.

Gedragsintentie kan gedragsverandering inluiden. Figuur 1 geeft een overzicht van een model met gedragsdeterminanten. Wanneer milieuvriendelijk gedrag aangenomen wordt, vergt het bestendigen van dat gedrag aandacht. Daarom is het belangrijk feed-back te geven over de resultaten van het milieugedrag.

Figuur 1: Het A(ttitude)-S(ociale invloed)-E(igen effectiviteit)-model van gedragsdeterminanten.



Bron: R.J.M. Cörvers, e.a., Open Universiteit, 1991.

Milieu-informatie

Milieu-informatie is een afgeronde en duidelijk omlijnde bezigheid. Het verschaft inlichtingen waardoor denken en handelen in een milieuvriendelijke richting bijgestuurd kunnen worden. Milieu-informatie houdt in dat gegevens zonder meer ter beschikking gesteld worden. De geïnformeerde moet de boodschap zelf interpreteren. Meestal gaat het om eenmalige boodschappen, zoals een folder waarin uitgelegd wordt hoe men afval gescheiden kan inzamelen.

1.2 | Milieu-educatie en milieu-informatie als beleidsinstrumenten

Typering beleidsinstrument

Milieu-educatie en milieu-informatie zijn sociale beleidsinstrumenten. Zij zijn gericht op *overreding* en *zelfregulering*. De overheid kan dit type beleidsinstrument gebruiken om burgers en doelgroepen te overtuigen van hun bijdrage en verantwoordelijkheid inzake milieu. Milieu-educatie en milieu-informatie streven naar een *verinnerlijking* van het milieugedrag. Vrijwillig streven naar een betere milieukwaliteit is een vorm van zelfregulering. De overheid hoeft dan niet zozeer regulerend op te treden, maar heeft veeleer de taak om ervoor te zorgen dat milieu-educatie en milieu-informatie een volwaardige rol kunnen spelen naast de andere beleidsinstrumenten. Zij bieden een aantal voordelen ten opzichte van de andere milieubeleidsinstrumenten omdat zij beter beheersbaar zijn en gemakkelijker bijgestuurd kunnen worden. Ook vereisen ze een relatief klein uitvoeringsapparaat en vergen ze minder controle door de overheid. De overheid moet er op toezien dat het beleidsinstrument de vooropgestelde doelstellingen bereikt.

Milieu-educatie en milieu-informatie kunnen worden aangewend om een *directe gedragsbeïnvloeding* te realiseren. Dit is geen gemakkelijke opgave vanwege de vele factoren die een rol spelen bij de gedragsbeïnvloeding. Het milieu speelt immers geen centrale rol bij het afwegen van beslissingen en het bepalen van gedragskeuzen. Het beleidsinstrument kan ook ingezet worden om *andere beleidsmaatregelen te ondersteunen of om de noodzakelijke voorwaarden te scheppen om ze uit te voeren.*

Communicatie

Milieu-educatie en milieu-informatie hebben uiteraard te maken met *communicatie.* Gedragsvariabelen en communicatievariabelen zijn belangrijke elementen in het proces van vrijwillige gedragsverandering. Een planmatige aanpak en goede voorbereiding van een communicatieve activiteit zijn van essentieel belang om het doel te bereiken. Het instrument is pas effectief wanneer aan vijf voorwaarden voldaan wordt:

- de boodschap moet diegene voor wie de boodschap bedoeld is, bereiken;
- kennis van de doelgroep en van de sociale omgeving van die doelgroep is noodzakelijk;
- de voor- en nadelen van milieu(on)vriendelijk gedrag moeten duidelijk worden weergegeven en het belang van de gedragsverandering moet worden aangetoond;
- de boodschapper moet geloofwaardig zijn voor de ontvanger;
- terugkoppeling van informatie is noodzakelijk om gedrag te bestendigen.

Actoren en doelgroepen

Milieu-educatie en milieu-informatie zijn noodzakelijk om het maatschappelijk draagvlak voor het milieubeleid te vergroten. Dit betekent dat alle actoren die een rol spelen in het milieugebeuren aangesproken en tot medewerking moeten worden aangezet. De actoren spelen een rol als boodschapper of als ontvanger. Bij de uitvoering van het milieubeleid moet men van minstens twee actoren uitgaan: de overheid en de doelgroep. Het milieubeleid richt zich onder meer tot alle doelgroepen die in dit rapport genoemd worden. Doelgroepen zijn die actoren voor wie de milieumaatregelen bedoeld zijn. De implementatie van een milieumaatregel vergt meestal de aanvaarding door meer dan één doelgroep. Een *doelgroepenbenadering* is zeker voor het instrument milieu-educatie en milieu-informatie van essentieel belang. De boodschap moet qua inhoud, taal en vorm afgestemd worden op degenen die men wil bereiken. Het opzetten en uitwerken van milieu-educatieve en milieu-informatieve activiteiten moet bijgevolg goed overwogen worden. Een analyse van het actorenpatroon en een identificatie van de doelgroepen is noodzakelijk om doelgericht te kunnen werken.

2 | Overzicht en analyse van vraag en aanbod

2.1 | Internationaal en Vlaams kader

De milieuconferentie van de *Verenigde Naties* zette in 1972 de bakens uit voor een internationaal milieu-educatief programma. Dit resulteerde in verschillende programma's en acties. De WCED benadrukt het belang van educatie in het algemeen en van milieu-educatie in het bijzonder om doelstellingen inzake duurzame ontwikkeling te bevorderen. Het verspreiden van informatie, het bewustmaken van de bevolking, het verstrekken van onderwijs en van voorlichting worden als aandachtspunten genoemd. Het vijfde milieuactieprogramma en de onderwijsdoelstellingen van de Europese Gemeenschap concretiseren die aandachtspunten. Milieu-educatie en milieu-informatie krijgen in het Vlaams milieubeleid voor het eerst uitdrukkelijk aandacht in het *MINA-plan 2000,* zij het nog in zeer bescheiden mate. De beleidsinstrumenten worden voor afvalbeheer en natuurbehoud verder uitgewerkt in het *Milieu- en*

Natuurontwikkelingsplan 1990-1995. Gemeenschapsminister De Batselier vermeldt openbaarheid van bestuur, sensibilisering en natuur- en milieu-educatie als belangrijke elementen in zijn beleidsbrief.[2]

2.2 | Analyse van vraag en aanbod

Inventarisatie en analyse van het aanbod

Milieu-educatie en milieu-informatie bestaan in Vlaanderen uit een waaier van initiatieven. Verschillende actoren spelen hierbij een rol hetzij als boodschapper, hetzij als ontvanger. Milieu-educatie en milieu-informatie zijn dus geen monopolie van de overheid. We zullen het aanbod van activiteiten beschrijven, dat vanwege de onderzoeksmethodiek niet volledig is. We bespreken de initiatieven per actor.

Overheid. Het toepassen van de beleidsinstrumenten milieu-educatie en milieu-informatie is voor de overheid een vrij nieuw gegeven. Het instrument wordt nu op alle bestuurlijke niveaus en in veel beleidssectoren toegepast. Dit heeft niet alleen te maken met de wettelijk opgelegde verplichtingen inzake openbaarheid van bestuur en de voorziene informatie- en inspraakprocedures, maar ook met het opnemen van de verantwoordelijkheid voor het verzorgen van informatie en educatie. De overheid laat de uitwerking van het beleidsinstrument doorgaans over aan technische ambtenaren. Er zijn vrijwel geen communicatiespecialisten of pedagogisch geschoolden bij betrokken. De bevoegdheid, de werkruimte en de interesse van de betrokken diensten en ambtenaren spelen een belangrijke rol in de toepassing van milieu-educatie en milieu-informatie.

Een beknopt overzicht geeft de volgende resultaten :

- Het *Vlaams Gewest* heeft een uitgebreide milieubevoegdheid. De *milieu-administratie, de pararegionale instellingen en de wetenschappelijke overheidsinstellingen* zijn allen op de een of andere manier met milieu-educatie en milieu-informatie bezig. De Cel Planning, MER, Promotie van AMINAL heeft een belangrijke taak bij de algemene informatieverlening. De dienst voert in de praktijk slechts een deel van zijn taken uit wegens tijdsgebrek en onderbezetting. De overige diensten en instanties verstrekken elk op hun terrein informatie of werken educatieve pakketten uit. Coördinatie of overleg (tenzij op informele basis) tussen de sensibiliseringsactiviteiten bestaat niet. Allerlei educatieve instrumenten worden ingezet: folders, brochures, affiches, lespakketten, audio-visuele middelen, natuureducatieve centra, leerpaden, bezoekerscentra en informatiedagen. De *Milieu- en Natuurraad (MiNa-raad) Vlaanderen* richtte op 15 januari 1991 een *permanente werkgroep Natuur- en Milieu-educatie* op om een effectieve educatie beleidsmatig te ondersteunen. De beleidssector *onderwijs* besteedt veel aandacht aan milieu-educatie. Milieu-educatie maakt deel uit van het onderwijs op alle niveaus. Het departement *cultuur* verleent financiële steun aan een aantal milieu-educatieve projecten.
- De *gewestelijke ontwikkelingsmaatschappijen* hebben *milieucellen* opgericht. Deze milieucellen geven milieu-informatie aan bedrijven en verlenen hen bijstand.
- De *provincies* hebben een jarenlange traditie in het verzorgen van *natuur- en milieu-educatieve initiatieven*. Centra zijn in alle Vlaamse provincies aanwezig. De provincies ondersteunen educatieve projecten en zetten milieucampagnes op om het milieubewustzijn en de mentaliteit van de bevolking te beïnvloeden. Alle Vlaamse provincies organiseren een *VLAREM-opleiding* voor de gemeentelijke milieu-ambtenaren volgens de wettelijke bepalingen daarover.
- De *gemeenten en intercommunales* zijn reeds lange tijd actief op het vlak van milieu-educatie en milieu-informatie. De projecten houden meestal verband met natuurbescherming en met huishoudelijke afvalstoffen. Ze zijn gericht op kinderen of op alle inwoners van de gemeente. De activiteiten zijn van zeer uiteenlopende aard.

Zij zijn afhankelijk van de beschikbare middelen en de tijd die de milieu-ambtenaar of milieudienst heeft om initiatieven te nemen. De gemeenten putten uit het arsenaal van educatieve middelen en mogelijkheden om hun boodschap over te brengen. De gemeenten zijn op informatief vlak een belangrijke schakel in de informatieverstrekking, de inspraakverlening en de klachtenbehandeling.

Bevolking. De bevolking is vooral actief als consument en als burger die informatie en inspraak vraagt. De burger beïnvloedt door zijn aankoopgedrag de markt. Milieu- en consumentenorganisaties spelen hierop in. Zij informeren onder meer over het milieuvriendelijk karakter van produkten en dringen aan op een duidelijk en gecontroleerd milieukeurmerk voor produkten. De burger beïnvloedt zijn medeburger, het overheidsbeleid en de bedrijfsmilieuzorg op verschillende manieren. Hij kan bijvoorbeeld bezwaarschriften tegen bepaalde vergunningsaanvragen indienen; op ongeoorloofde praktijken (bijvoorbeeld milieuhinder in een woonbuurt) reageren; verzoeken om geïnformeerd en gehoord te worden; participeren in milieuadviesraden; of milieu- en natuurverenigingen steunen.

Bedrijven. Voor bedrijven richten milieu-educatie en milieu-informatie zich op twee gebieden: *interne* en *externe communicatie*. Binnen het bedrijf is communicatie van het allergrootste belang om milieuzorg toe te passen in de bedrijfsvoering en om ervoor te zorgen dat elke betrokkene, van de bedrijfsleiding tot de werknemer op de werkvloer, zijn verantwoordelijkheid ten opzichte van het milieu opneemt. Niet alleen opleiding, voorlichting en training van het personeel zijn daarvoor onontbeerlijk, maar ook conflictbeheersing en de organisatie van informatiedoorstroming binnen het bedrijf zijn van essentieel belang. Naar buiten toe is een adequate communicatie noodzakelijk met:

- de overheid in verband met vergunningverlening, controle en rapportering;
- de omwonenden met betrekking tot een goed nabuurschap;
- de milieuverenigingen inzake de milieuzorg;
- de pers voor goede mediarelaties in geval van normale activiteit èn in geval van noodsituaties waar risicocommunicatie belangrijk wordt;
- de bevolking in het algemeen voor imagovorming van het bedrijf en als klant voor produkten (milieu is een verkoopsargument geworden);
- de leveranciers betreffende de toelevering van milieuvriendelijke produkten.

De Vlaamse realiteit toont aan dat de meeste bedrijven het nut en de noodzaak van communicatie onderschrijven. Dit geldt zeker voor de grote bedrijven en in mindere mate voor de kleine en middelgrote ondernemingen waar milieuzorg nog niet geheel is doorgedrongen. Allerlei bedrijfsgeoriënteerde verenigingen en organisaties geven op basis van een aangevoelde behoefte vorming of scholing aan milieuverantwoordelijken in bedrijven, managers, aankoopverantwoordelijken, en gespecialiseerde werknemers.

Particuliere organisaties. De particuliere organisaties vervullen een zeer belangrijke rol op het vlak van milieu-educatie en milieu-informatie. Zij zijn op allerlei manieren actief. Zij geven voordrachten, voeren actie, zetten educatieve projecten op, verzorgen cursussen en opleidingen. Een aantal organisaties verstrekken informatie via eigen tijdschriften of ledenbladen. Een aantal organisaties profileren zich specifiek in het domein van de milieu-educatie. De natuur- en milieuverenigingen verspreiden informatie over natuur en milieu en streven naar een nieuwe milieu-ethiek en -benadering. Zij proberen alle doelgroepen te beïnvloeden en een meer milieubewuste houding te doen aannemen. Voor andere verenigingen is milieu een nevenaspect in hun doelstellingen en werking. Zij ontplooien milieu-educatieve en milieu-informatieve activiteiten. Veel van deze initiatieven hebben een sporadisch karakter. Consumentenorganisaties werken rond milieuaspecten van produkten; socio-culture-

le verenigingen verzorgen cursussen, geven informatie aan hun achterban en voeren actie; vakverenigingen houden hun leden met voordrachten en studiedagen op de hoogte van de milieu-ontwikkelingen. Particuliere organisaties werken samen rond gezamenlijke projecten.

Media. De media vervullen een bijzondere rol voor milieu-educatie en milieu-informatie. Zij worden ingeschakeld om het publiek of een specifieke doelgroep te informeren of te sensibiliseren. Alle actoren bedienen zich van de mogelijkheden die de media bieden voor het overbrengen van milieuboodschappen. Kranten, tijdschriften, radio en televisie brengen milieunieuws. Spots, reportages en advertenties worden ingeschakeld om het milieubewustzijn te stimuleren. De media nemen ook zelf initiatieven. Natuur- en milieuverenigingen geven specifieke educatieve milieutijdschriften of tijdschriften met een milieu-educatieve rubriek uit. Andere milieu-educatieve publicaties bevinden zich in het commerciële circuit van de uitgeverijen. Geïnformatiseerde data-uitwisselingssystemen houden actuele gegevens bij (activiteiten, adressen, boeken en tijdschriften, milieucursussen).

Wetenschappelijke instellingen. Wetenschappelijke instellingen zijn nog maar recent met milieu-educatie en milieu-informatie bezig. Zij voeren hun onderzoek doorgaans uit in opdracht van de overheid. De inventaris van het educatie-onderzoek is beperkt en van recente datum. De onderzoeksprojecten houden verband met milieuzorg op school, milieurelevant gedrag, risico-communicatie en toegankelijkheid van informatie. De wetenschappelijke instellingen nemen meestal zelf het initiatief tot het organiseren van opleidingsprogramma's, postacademische vormingscycli en studiedagen waarop de wetenschappelijke gegevens aan een bepaald doelpubliek overgedragen worden.

Evaluatie van het aanbod

Het aanbod aan milieu-educatieve en milieu-informatieve activiteiten wordt geëvalueerd op basis van de volgende zes criteria: doelgerichtheid, doelgroepenbereik, inhoud, methode, instrumentarium, beleidseffectiviteit. De evaluatie is gebaseerd op een kwalitatieve vergelijking met het theoretisch ideaalbeeld en heeft slechts een indicatieve waarde.

Doelgerichtheid. De milieu-educatieve en milieu-informatieve activiteiten hebben algemene en beperkt geëxpliciteerde doelstellingen. Activiteiten die het gedrag beïnvloeden zijn nauwelijks aan de orde. Milieu-educatie komt dikwijls neer op milieu-informatie. De doelstellingen van milieu-educatie worden niet altijd gehaald. Een rudimentaire analyse van het aanbod aan milieu-educatie leert dat ecologische en maatschappelijke vorming er niet altijd deel van uitmaken.

Doelgroepenbereik. De bereikte doelgroepen kunnen in drie grote categorieën ondergebracht worden: de bevolking in het algemeen, de bedrijven en de schoolgaande jeugd. De activiteiten richten zich zelden tot duidelijk omschreven, specifieke doelgroepen. De overheid, particuliere organisaties en media richten zich tot een algemeen publiek. Bedrijven organiseren zelf of via de geëigende kanalen cursussen om milieu-educatie en milieu-informatie over te brengen. Verschillende activiteiten richten zich met een licht verschillende inhoud naar dezelfde doelgroepen.

Inhoud. Zeer diverse milieu-onderwerpen worden behandeld in de verschillende milieu-educatieve en milieu-informatieve initiatieven. Het is opmerkelijk dat vooral de milieusectorale invalshoek gehanteerd wordt. Er wordt bijvoorbeeld gesproken over de problemen rond afvalstoffen, waterverontreiniging en geluidshinder. Deze benadering komt overeen met de wettelijke en bestuurlijke realiteit. Het onderwijs en de particuliere verenigingen (natuur- en milieuverenigingen, socio-culturele sector) behandelen geïntegreerde milieuthema's in zoverre de beleidsruimte en

praktisch-organisatorische mogelijkheden dit toelaten. Veel initiatieven kunnen gevat worden onder de noemer van polyvalente vorming.

Methode. De verschillende activiteiten volgen elk een eigen methodische ontwikkeling en uitwerking. De communicatie-overdracht verloopt meestal niet volgens het boekje. Iedere actor vult zijn initiatief naar eigen goeddunken in. Meestal echter worden acties vrij snel en zonder professionale aanpak en ondersteuning uitgewerkt. In het onderwijs zijn leerkrachten onvoldoende voorbereid op het overbrengen van de complexe kennis over milieuproblemen. Zij zijn niet altijd vertrouwd met de pedagogische aanpak van geïntegreerd en vakkenoverschrijdend onderwijzen. De overheidsacties blijven meestal beperkt tot eenmalige informatieverstrekking. Slechts in bepaalde gevallen wordt voorbereid en planmatig gewerkt.

Instrumenten. Zeer diverse middelen en technieken worden gebruikt om het milieu-educatieve doel te bereiken. Veruit de belangrijkste zijn: studiedagen en informatiedagen; opleidingen en vormingscycli; bezoeken en excursies; projectwerk; natuurpaden en bospaden; educatieve centra en bezoekerscentra; milieubeurzen; natuureducatieve tuinen en heemparken; bioklassen en veldstudiecentra. Allerhande educatieve materialen en hulpmiddelen worden ingezet: lesbrieven en lespakketten (in mindere mate door de overheid); audio-visuele middelen; tentoonstellingen; brochures en folders; werkbladen en werkboeken; posters; opdrachtenfiches; spelmateriaal.

Evaluatie en feed-back. Het evalueren van milieu-educatieve activiteiten is doorgaans niet aan de orde. Bijsturingen in een voorlichtingscampagne gebeuren zelden of nooit. De initiatiefnemer zelf onderwerpt opleidingen en vormingscycli soms aan een kritische doorlichting. Evaluatie van overheidswege is niet bekend.

Inventarisatie en analyse van de vraag

De vraag naar milieu-educatie en milieu-informatie ligt op het vlak van opleidings- en scholingsbehoeften, van ondersteuning met infrastructuren, middelen en personeel, en van samenwerking. De vraag naar milieu-educatie en milieu-informatie leeft bij de overheid, het onderwijs (opleidingsbehoeften) en de particuliere sector.

Overheid. Ambtenaren vragen meer middelen en mogelijkheden om milieu-educatief werk te verrichten. De informatie-opdracht wordt teveel aan het toeval overgelaten en de ruimte ontbreekt om er tussen de overige werkzaamheden door voldoende en op systematische manier aandacht aan te besteden. Permanente vorming en bijscholing worden op alle bestuurlijke niveaus als noodzaak ervaren. Het is belangrijk dat de overheid mogelijkheden in die zin schept. Opleidingen zouden praktijkgerichte oplossingen moeten aanbrengen. Ambtenaren vermelden als andere belangrijke aandachtspunten nog: het aanbieden van een kader waarbinnen aan milieu-educatie gedaan kan worden; het uitwisselen van ideeën en ervaringen; het organiseren van overleg en coördinatie. De MiNa-raad en de minister van Leefmilieu stellen vast dat ecologische vorming onvoldoende aan bod komt en gestimuleerd moet worden. Er is een gebrek aan kennis en deskundigheid op inhoudelijk en didactisch vlak. De uitwisseling van kennis en ervaring is onvoldoende. Het evalueren van de resultaten van milieu-educatieve activiteiten gebeurt te weinig.

Bevolking. Er zijn tekenen dat de bevolking meer informatie wenst over het milieubeleid, maar ook inspraak wil in dat beleid. De hoeveelheid bezwaarschriften die ingediend worden tijdens de milieuvergunningsprocedure en de klachten over milieuhinder zijn aanwijzingen voor de aandacht van de bevolking voor het milieubeleid. De consument wil in toenemende mate duidelijke milieu-informatie over produkten.

Bedrijven. Bedrijven dringen eerder aan op een goede en duidelijke informatiedoorstroming van de overheid naar de bedrijven en bedrijfssectoren (en omgekeerd). Zij verzorgen hun interne en externe communicatie via de eigen kanalen. De dienstverlening organiseert zich in dat verband in functie van de behoeften. Het bedrijfsleven heeft vooral behoefte aan doelgerichte, korte cursussen. Sensibilisering van KMO's wordt nodig geacht in alle bedrijfssectoren.

Particuliere organisaties. Milieu-educatie en milieu-informatie zijn heel belangrijk voor de natuur- en milieuverenigingen. De verenigingen willen een betere ondersteuning voor het verspreiden van milieu-informatie en voor het opzetten van milieu-educatieve projecten. Meer financiële en structurele middelen moeten een professionelere aanpak toelaten. Dit geldt ook voor de socio-culturele sector die met beperkte middelen activiteiten opzet waarin veel vrijwilligers actief zijn. De milieubeweging vraagt een screening op pedagogisch en milieukundig vlak van de materialen (lespakketten, informatiebrochures) die dikwijls rechtstreeks aan de scholen worden toegezonden, en wil bijzondere aandacht voor het plaatsen van milieu-educatie in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

Wetenschappelijk onderzoek. De wetenschappelijke instellingen wensen meer onderzoek over: de behoeften aan milieu-educatie en milieu-informatie; de ontwikkeling van milieucursussen; de ontwikkeling van milieu-educatieve materialen en activiteiten; een milieukundige, pedagogische en didactische evaluatie van milieu-educatieve materialen en activiteiten; de effectiviteit en efficiëntie van sensibiliseringscampagnes; de inzet en evaluatie van milieu-educatie en milieu-informatie als beleidsinstrument; het milieugedrag.

3 | Resultaten

De analyse van vraag en aanbod laat een belangrijk aantal sterke en zwakke punten zien van de inzet van milieu-educatie en milieu-informatie als beleidsinstrument:

Sterke punten:

- ruim aanbod van initiatieven
- veel actoren betrokken
- vrijwillige bijdrage van doelgroepen
- toenemende aandacht bij de overheid
- toenemende aandacht bij de doelgroepen.

Zwakke punten:

- gebrek aan planning, doel- en doelgroepengerichtheid
- gebrek aan middelen en mensen
- geen overleg en coördinatie (horizontaal noch verticaal)
- ontbreken van milieukundige en pedagogische toets van initiatieven
- beperkte deskundige aanpak; veel vrijwilligerswerk
- gebrek aan feed-back en evaluatie
- versnipperde infrastructuur
- meestal beperkt tot informatieverstrekking; geen gedragsbeïnvloedend karakter.

Het aanbod aan milieu-educatieve initiatieven is groot en divers. Veel wordt overgelaten aan het initiatief van de actoren en doelgroepen van het beleid. Lacunes inzake recyclage en nascholing worden bijvoorbeeld met eigen middelen ingevuld door particulier initiatief. Organisaties met natuur- en milieudoelstellingen vervullen een voortrekkersrol. De overheid staat in het gebeuren aan de zijlijn. Door het ontbreken van coördinatie en overleg ontstaan er enerzijds overlappingen in het aanbod, anderzijds blijven er lacunes bestaan. Het systematisch gebrek aan middelen en mogelijkhe-

den maakt dat milieu-educatie en milieu-informatie in Vlaanderen drijft op een beperkt aantal sterk gemotiveerden bij de overheid en daarbuiten.
Gedragsbeïnvloeding kan door het huidige aanbod slechts in beperkte mate gerealiseerd worden. De activiteiten missen die elementen die volgens literatuurgegevens, gestoeld op onderzoek en praktijkervaringen, belangrijk zijn om tot gedragsverandering te komen. Hoogstens wordt gewerkt aan het versterken van het milieubesef en een milieu-attitude. Alternatieven voor milieuonvriendelijk gedrag worden zelden geboden of specifieke informatie ontbreekt. De kans is zeer reëel dat de boodschap niet gehoord of aanvaard wordt omdat de boodschap doorgaans weinig expliciet is, de doelgroep vaag blijft, niet-professionele of voor het doelpubliek onaanvaardbare boodschappers ingeschakeld worden en de consequenties van de gedragsverandering niet verduidelijkt worden. De gebrekkige inzet van milieu-educatie en milieu-informatie door de overheid maakt dat het instrument niet optimaal kan bijdragen tot het realiseren van milieubeleidsdoelstellingen. Het maatschappelijk draagvlak voor het milieubeleid blijft daardoor fragmentair en onvolledig.

4 | Beleidsaanbevelingen

Elke actor en doelgroep heeft op het vlak van milieu-educatie en milieu-informatie een rol te vervullen. De taak van de overheid ligt veeleer in het coördineren en ondersteunen van activiteiten, het stimuleren van nieuwe initiatieven en het deskundig uitwerken en begeleiden van eigen sensibiliseringsacties.

Rol van de overheid

De overheid kan de volgende initiatieven nemen of stimuleren:

- Het inzetten van milieu-educatie en milieu-informatie als milieubeleidsinstrument vergt het permanent bijhouden van een up-to-date databestand over alle milieu-educatieve initiatieven. De voortzetting en opvolging van de inventarisatiegegevens is een eerste actiepunt. Het bestand moet de overheid in staat stellen om op elk moment te weten wie waar mee bezig is, op welke manier het werk wordt uitgevoerd, wie de initiatiefnemers zijn, voor welke doelgroepen gewerkt wordt, enz. Behoeften kunnen daardoor snel vastgesteld worden.
- Het is aangewezen om bestaande waardevolle structuren en initiatieven te versterken door in de administratieve diensten meer middelen en mensen in te zetten of door financiële en materiële stimuli te geven aan particuliere initiatieven. Het is wenselijk om een minimum aan educatief/communicatief geschoold personeel te voorzien voor de uitvoering van opdrachten. De personeelsbezetting (informatieambtenaren, communicatiespecialisten, educatieve medewerkers, grafisch ontwerpers) en het budget dienen afgestemd te worden op het takenpakket. Op provinciaal niveau kunnen één of twee consulenten ingezet worden om het provinciaal en gemeentelijk milieu-educatiebeleid te ondersteunen. De gemeenten kunnen gestimuleerd worden om zelf een deskundige in dienst te nemen of om op het vlak van milieu-educatie en milieu-informatie nauw samen te werken met de provinciale consulent of met andere gemeenten in intercommunaal verband.
- De overheid kan bestaande initiatieven actief steunen en een belangrijke impuls geven aan nieuwe initiatieven. Zij kan financiële en materiële steun verlenen, infrastructuur ter beschikking stellen, informatie geven en deskundig advies verstrekken bij het opzetten van educatieve projecten.
- Samenwerking met de ombudsdienst van de Vlaamse Gemeenschap is voor de behandeling van klachten aangewezen.
- Faciliteiten moeten voorzien worden voor bijscholing en vorming van ambtenaren. Dit vergt overleg met andere administraties en diensten.
- De Vlaamse overheid dient de coördinatie en samenwerking tussen de milieu-educa-

tieve diensten te stimuleren door het overleg te organiseren met de ondergeschikte besturen, de andere beleidssectoren, de verschillende doelgroepen en de bevolking. Het overleg met de departementen onderwijs en cultuur vergt bijzondere aandacht.

- Voor het departement leefmilieu en het departement onderwijs is een belangrijke taak weggelegd om de milieu-opvoeding in het onderwijs te stimuleren en actief te ondersteunen. Dit kan door milieu-informatie te laten doorstromen, advies te verlenen, recyclage- en bijscholingsprogramma's voor leerkrachten te steunen, lesmateriaal uit te werken en ter beschikking te stellen.
- De overheid kan een informatiesysteem (milieukeurmerk, objectieve geschreven informatie) over het milieuvriendelijk karakter van produkten en over milieuvriendelijke technologie opzetten, stimuleren of ondersteunen.
- Het wetenschappelijk onderzoek moet gestimuleerd worden in verband met: efficiëntie van milieusensibilisering op het vlak van doelgerichtheid, doelgroepenbereik, inzet van middelen, evaluatie en feed-back van voorlichtingscampagnes; de gedragsbeïnvloeding en de mechanismen die eraan ten grondslag liggen; het ontwikkelen en evalueren van opleidingen en lesmaterialen.

De oprichting van een *milieu-educatief overlegplatform* met een actieve inbreng van vertegenwoordigers uit de departementen milieu, onderwijs en cultuur enerzijds, en met vertegenwoordigers uit particuliere educatieve organisaties anderzijds, is zinvol ter ondersteuning van het milieubeleid. Een dergelijk overlegplatform kan de verschillende milieu-educatieve initiatieven coördineren. Het kan dus niet in de plaats komen van bestaande instellingen of initiatieven. Het overlegplatform dient als doorgeefluik te fungeren en ervoor te zorgen dat alle betrokkenen hun taak in het gehele raderwerk op een efficiëntere manier kunnen vervullen door begeleiding, opvolging, ondersteuning, en praktische faciliteiten te bieden. De verschillende milieu-educatieve geledingen van zowel de overheid als die particuliere organisaties dienen op een structurele manier bij het initiatief betrokken te worden. Het platform heeft als taken:

- professionaliseren van voorlichtingsbeleid (opstellen van een draaiboek voor sensibilisering en adviesverlening terzake);
- bijhouden van een permanent databestand inzake milieu-educatieve initiatieven;
- ondersteunen van cursusontwikkeling en cursusevaluatie;
- coördineren van opleidingsaanbod en nascholing;
- uitbouwen en coördineren van netwerken inzake informatie-uitwisseling;
- stimuleren van verticale en horizontale informatiedoorstroming tussen de diverse educatie-initiatieven;
- adviseren, opvolgen, bijsturen en evalueren van sensibiliseringsacties;
- verkennen van kennis- en vaardigheidsbehoeften van milieudeskundigen;
- evalueren van cursusmaterialen en assistentie verlenen bij de ontwikkeling ervan;
- stimuleren van wetenschappelijk onderzoek inzake milieu-educatie en milieu-informatie.

Rol van de bevolking

De burger kan gebruik maken van de openbaarheid van bestuur om informatie over het milieubeleid op te vragen. Hij kan eveneens actief participeren in organisaties en adviesraden om op die manier het milieu-educatief beleid mede te beïnvloeden. Als consument kan de burger een belangrijke invloed uitoefenen op de aanmaak en het gebruik van milieuvriendelijke produkten.

Rol van de bedrijven

De milieucommunicatie in en buiten het bedrijf verdient meer aandacht. Grote bedrijven kunnen hun ervaringen op milieu-educatief vlak verspreiden. Bedrijfsfederaties en -organisaties dienen hun rol in het verstrekken van informatie

(bijvoorbeeld over milieuvriendelijke technologie) en het organiseren van cursussen verder uit te werken.

Rol van de particuliere organisaties

Particuliere organisaties spelen een belangrijke rol in het sensibiliseren en informeren van hun leden. Zij staan in rechtstreeks contact met de doelgroepen van het beleid. Hun activiteiten moeten voortgezet, gestimuleerd en versterkt worden. Overleg en coördinatie is noodzakelijk.

Rol van de media

De media kunnen zich verder ten dienste stellen van het milieubeleid door het milieunieuws objectief te verslaan, audio-visuele materialen voor onder meer voorlichtingscampagnes te verzorgen, milieu-educatieve initiatieven te ondersteunen of zelf te nemen, en het inzetten van gespecialiseerde milieucommunicatiedeskundigen. De media kunnen eveneens samenwerken om een inventaris van milieu-educatief audio-visueel materiaal op te maken, bij te houden en te verspreiden.

Rol van de wetenschappelijk instellingen

De taak voor de wetenschap ligt in het nemen en stimuleren van initiatieven met betrekking tot het wetenschappelijk onderzoek over milieu-educatie en milieu-informatie. Wetenschappelijke instellingen kunnen bovendien hun kennis en know-how daarover verspreiden door het organiseren van lessencycli en studiedagen.

Referenties

1 Verschillende bronnen geven een definitie of omschrijving van het begrip milieu-educatie en gaan in op de mechanismen die een rol spelen bij milieugedrag: Cörvers R. J. M., et al., Milieuvoorlichting en -educatie, Cursus Open Universiteit, Heerlen, 1991; Van Meegeren P., Milieuvoorlichting. Model voor een planmatige voorbereiding, Amsterdam, 1989; Huitzing D., Gids voor natuur- en milieu-educatie, Amsterdam, 1978; Nelissen, N. J. M. en Kok, G. J., Milieusociologie, milieugedrag en gedragsverandering, *Basisboek Milieukunde*, Boersema, J. J., et al. (red.), Boom, 1991; Tellengen E., Wolsink M., Houding en gedrag, *Milieu en Samenleving*, Leiden/Antwerpen, 1992; Ajzen I., Fichbein M., Understanding attitudes and predicting social behavior, Englewood Cliffs, 1980; Hommes R. W., Van der Heijden H. A., Kok G. J., Milieu en sociale wetenschappen, *Basisboek Milieukunde*, Boersema J. J., et al. (red.), Boom, 1984, 256-272; Bezemer H., et al. (red.), Instrumenten voor milieubeleid, Alphen aan de Rijn, 1988.

2 Ghafoor Ghaznawi A., An overview of Environmental Education, Integration of Environmental Education into General University Teaching in Europe, UNESCO-UNEP, Brussel, 1989, 17-38.

Begeleiders

P. Leroy, Vakgroep Milieu, Natuur en Landschappen, KUN

D. Clotman, SIREV

D Het maatschappelijk milieudebat

D. Wildemeersch, R. Keersmaekers, J. Vandenabeele, KUL
B. Denis, B. Mazijn, C. Sels, RIAT
L. De Brouwer, P. van der Kolk, M. Wesselink, ICH Ecoplan
P. Leroy, Vakgroep Milieu, Natuur en Landschappen, KUN

Dit hoofdstuk reikt inzichten aan over de huidige stand van het maatschappelijk milieudebat in Vlaanderen en formuleert aanbevelingen en suggesties om dit debat kwalitatief te verbeteren. Het begrip 'maatschappelijk milieudebat' verwijst naar de discussie die in de samenleving wordt gevoerd over de problemen van natuur en milieu, over de achtergronden en oorzaken hiervan en over de mogelijkheden die problemen aan te pakken. De kwaliteit van dit milieudebat kan op twee manieren worden verbeterd: enerzijds door de betrokkenheid van de verschillende actoren te verhogen, en anderzijds door dit debat doorzichtiger te maken ten behoeve van diezelfde actoren. De betrokken actoren delen we in in drie niveaus: de individuele burgers, de intermediaire organisaties en de overheid. Op elk van deze drie niveaus is beperkt onderzoek gedaan naar meningen en opvattingen over milieuproblemen en milieubeleid[1]. De bevindingen daaruit worden hierna per niveau gepresenteerd. Daarna volgen conclusies en aanbevelingen inzake de verbetering van de kwaliteit van het maatschappelijk milieudebat.

1 | De individuele burgers

Wat is de mogelijke bijdrage van individuele burgers aan het maatschappelijk milieudebat? Twee vragen die hierbij vaak worden gesteld, gaan over de evolutie van het milieubesef bij de burgers en over de invloed van persoonlijke en sociale kenmerken op dit milieubesef. De opdracht liet ons niet toe zelf empirisch onderzoek uit te voeren. Het ontbreken van onderzoek inzake de Vlaamse situatie dwong ons te rade te gaan bij Amerikaanse, Europese en Belgische literatuurgegevens. Enige voorzichtigheid is geboden bij het toepassen van deze gegevens op de Vlaamse bevolking.

1.1 | Een toenemende bezorgdheid voor milieu en natuur

De term milieubesef wordt als volgt gedefinieerd[2]: de mate waarin een persoon zich bij het milieuvraagstuk betrokken voelt en de milieuproblemen (h)erkent. In het alledaagse taalgebruik wordt 'milieubesef' vaak geassocieerd met 'milieuproblemen'. "Milieu is iets dat wordt aangetast of bedreigd of dat tekorten vertoont" [3].

De jongste decennia is het milieubesef bij de individuele burgers ingrijpend veranderd. In een onderzoek van Schokkaert[4] in 1978 werd in een beperkte Vlaamse steekproef gevraagd vijf maatschappelijke doelstellingen volgens hun belang te ordenen. De bestrijding van de werkloosheid werd op dat moment als de belangrijkste maatschappelijke prioriteit ervaren. De bestrijding van de milieuvervuiling kwam op de laatste plaats. Dit onderzoek kende een vervolg in 1988 met een representatieve steekproef uit de Vlaamse werkende bevolking[5]. Het bestrijden van de werkloosheid was nog steeds de maatschappelijke topprioriteit. Gezien de hoge werkloosheid in de jaren '80 is dit niet verwonderlijk. Het bestrijden van de milieuvervuiling kwam nu op de tweede plaats. Beide doelstellingen werden door een meerderheid van de publieke opinie als erg belangrijk ervaren. Niet minder dan 67 % van de geïnterviewden rangschikte 'werkloosheid bestrijden' op de eerste of de tweede plaats. Voor het 'bestrijden van milieuvervuiling' bedroeg het percentage 45 %. De 'groei van de economie' kwam op de derde plaats, gevolgd door het 'bestrijden van de inflatie'.

Een aantal opeenvolgende Europese onderzoeken[6] van 1986, 1988 en 1992 tonen een

toenemende bezorgdheid voor de milieuproblemen in heel Europa. Tabel 1 laat zien dat de Europese en de Belgische bevolking sinds 1986 het milieuvraagstuk steeds nadrukkelijker als een prioritair en dringend probleem beschouwt.

Tabel 1: De dringendheid van het vraagstuk van de milieubescherming en de bestrijding van de milieuvervuiling (EG en Belgisch percentage voor 1986, 1988 en 1992).

		dringend en prioritair probleem	meer probleem voor de toekomst	niet echt een probleem	weet niet/ geen antwoord
België	1986	63	26	4	8
	1988	73	18	5	4
	1992	85	11	2	3
Totaal EG	1986	72	22	3	4
	1988	74	20	3	3
	1992	85	11	2	3

Bron: EC, 1992[6].

Sinds 1986 is het percentage mensen dat het milieuvraagstuk als een probleem beschouwt niet spectaculair veranderd, terwijl er wél duidelijk meer belang aan gehecht wordt. Individuele burgers leven dus met het besef dat het milieuprobleem steeds prangender wordt. De bezorgdheid van de Belgische bevolking voor het milieuvraagstuk kwam in 1992 exact overeen met de gemiddelde bezorgdheid van de Europese Unie. Deze bezorgdheid nam in België in vergelijking tot Europa gemiddeld wel sterker toe sinds 1986.

In het maatschappelijk debat worden milieuzorg en economische ontwikkeling vaak als moeilijk te verzoenen tegengestelden beschouwd. Daarom gaan we in de tweede tabel na in hoeverre de vrij grote bezorgdheid voor de milieuproblemen zijn weerslag heeft op het belang dat men hecht aan economische ontwikkeling.

Tabel 2: Milieubescherming of economische ontwikkeling. Wat verdient prioriteit? (EG en Belgisch percentage voor 1992).

		A	B	C	D
België	1992	5	67	23	5
Totaal EG	1992	4	69	22	5

A Economische ontwikkeling moet prioriteit krijgen op bezorgdheid voor het milieu.

B Economische ontwikkeling moet gevrijwaard worden, maar het milieu terzelfder tijd beschermd.

C Bezorgdheid voor het milieu moet prioriteit krijgen op economische ontwikkeling.

D weet niet / geen antwoord.

Bron: EC, 1992[6].

Tabel 2 maakt duidelijk dat veel mensen de economische ontwikkeling afwegen tegen het milieubelang. Verder leert het verslag van het Europees onderzoek van 1992 dat het idee van voorrang voor de economische ontwikkeling veld verloor sinds 1986. Op dat moment werd dit idee nog gesteund door 9 % van de geïnterviewden. In 1992 was deze groep ingekrompen tot 5 %. Van de 2 % Europeanen die milieubescherming en bestrijding van milieuvervuiling in 1992 'niet echt een probleem' vond, stelde een groep van 17 % dat economische ontwikkeling absolute voorrang had. Van diegenen die het milieu als een 'dringend en prioritair probleem' beschouwden (85 % van de geïnterviewden), vond slechts 3 % economische ontwikkeling van primordiaal belang.

Hetzelfde Europees onderzoek uit 1992 laat toe deze bezorgdheid voor het globale

milieu verder uit te diepen. Geconfronteerd met zes wereldomvattende milieuproblemen, beweerde 88 % van de Europeanen 'een beetje bezorgd' of 'zeer bezorgd' te zijn voor 'de uitputting van natuurlijke grondstoffen'. De bezorgdheid was echter het sterkst over 'het verdwijnen van bepaalde soorten planten, dieren en natuurlijke omgevingen over de gehele wereld' (93 %), 'de vernietiging van de ozonlaag' (92 %) en 'het verdwijnen van tropische regenwouden' (92 %). 89 % van de Europese bevolking was bezorgd over 'de opwarming van de aarde (broeikaseffect)' en 'het risico dat de vervuiling van de geïndustrialiseerde landen zich verspreidt naar de minder geïndustrialiseerde landen'. Wanneer de milieubedreiging in hun eigen land ter sprake kwam, toonden de Europeanen zich het meest bezorgd voor 'de vervuiling van zee en kusten' (94 %), 'de vervuiling van rivieren en meren' (93 %) en 'het industrieel afval' (92 %).

Deze gegevens tonen aan dat in Europa grote delen van de bevolking het bestaan van milieuproblemen onderkennen, zich bij die problemen betrokken voelen en de oplossing ervan als een maatschappelijke prioriteit beschouwen. In de loop van de laatste twee decennia is de bezorgdheid voor het milieu gestadig toegenomen. Ook in de recente periode van economische crisis verdwenen de milieuproblemen niet uit het aandachtsveld van de burger. Deze conclusie baseren we op onderzoeksbevindingen voor Europa en België als geheel. Aangezien er geen significante verschillen werden vastgesteld tussen de verschillende Europese landen, lijken deze gegevens ook van toepassing op de Vlaamse situatie.

1.2 | Milieubesef en sociale kenmerken: een gebrekkige samenhang

Hoewel veel mensen bezorgd zijn voor het milieu houdt dit niet automatisch in dat ze het ook eens zijn over de te nemen maatregelen. Veel individuen bepleiten gedragsregels en reglementeringen ter bescherming van het milieu. Weinigen tonen slechts weinig bereidheid om hun consumptiepatronen te veranderen. Er is veel onderzoek verricht naar de eventuele invloed van allerlei persoonlijke en sociale kenmerken, zoals leeftijd, sociale klasse, woonplaats, geslacht en politieke voorkeur op dit milieubesef. In de literatuur treffen we een aantal hypothesen aan.

De *leeftijdshypothese* stelt dat jongere mensen meer begaan zijn met de kwaliteit van het milieu dan oudere mensen. Onze studie van Amerikaanse en Nederlandse literatuur[6-10] levert echter geen eenduidige ondersteuning voor deze hypothese. 'Leeftijd' kan immers niet eenduidig in verband worden gebracht met verschillen in milieubesef.

In de *sociale klasse-hypothese* worden drie dimensies samengenomen, waarbij men aanneemt dat mensen met een hogere opleiding, een hoger beroep en een hoger inkomen een groter milieubesef vertonen dan mensen die tot de lagere sociale klasse behoren. De onderzoeksbevindingen[6,7,9,11,12] ondersteunen deze sociale klasse-hypothese slechts zwak. Wat er aan ondersteuning is gevonden, is hoofdzakelijk terug te voeren tot de middelmatig sterke relatie tussen opleiding en milieubesef. De vastgestelde relatie tussen beroep en milieubesef is zeer zwak, terwijl de samenhang met het inkomen sterk wisselend is.

De *woonplaats-hypothese* wordt onderzocht vanuit een dubbele invalshoek: enerzijds de urbanisatiegraad en anderzijds de graad van vervuiling van de woonomgeving. Wat de urbanisatiegraad betreft, gaan onderzoekers er dikwijls van uit dat stedelingen bezorgder zijn voor het milieu dan inwoners van het platteland. Deze stelling wordt niet bevestigd. Tussen de verstedelijkingsgraad van de woonplaats en de mate van milieubesef blijkt slechts een zwak positief verband te bestaan[6,9]. Ook zou men kunnen verwachten dat de graad van vervuiling van de woonomgeving samenhangt met de mate van probleembesef van de bewoners. Uit onderzoek van de jaren '70 blijkt

echter dat een hoge mate van milieuverontreiniging in de woonplaats eerder aanleiding geeft tot het relativeren van de milieuproblemen[13,14].

Het *geslacht* wordt in tal van onderzoeken opgenomen als mogelijke determinant van het milieubesef. De onderzoeksresultaten[15-17] spreken elkaar echter nogal tegen, zodat we niet kunnen stellen dat mannen milieubewuster zijn dan vrouwen of omgekeerd.

De *politieke-voorkeur hypothese* gaat ervan uit dat politiek progressief denkenden meer begaan zijn met de kwaliteit van het milieu dan hun conservatieve tegenhangers. Ook op dit punt leidt zowel Amerikaans als Europees onderzoek[6,10,18-21] tot tegenstrijdige bevindingen. Het is niet mogelijk op dit punt tot eenduidige uitspraken te komen.

Uit onderzoek over de relatie tussen klassieke sociologische karakteristieken en milieubesef komen dus nauwelijks eenduidige verbanden naar voren. De enige samenhang die vrij duidelijk is, maar toch ook weer niet opvallend sterk, is die tussen opleidingsniveau en milieubesef.

Onderzoek over de eventuele invloed van persoonlijke en sociologische kenmerken op milieubesef lijkt tot weinig vruchtbare resultaten te leiden. Het lijkt weinig zinvol om in de toekomst deze onderzoekslijn verder te verkennen. De meeste onderzoeken leiden tot de conclusie dat het milieubesef vrij algemeen verspreid is. Op grond van deze vaststelling kunnen we dan ook verwachten dat er zich tussen verschillende subcategorieën van de bevolking weinig differentiatie zal voordoen inzake globaal milieubesef.

Een tweede conclusie is veranderkundig van aard. We kunnen ons afvragen of het zin heeft om steeds verfijnder te gaan zoeken naar 'werkelijk relevante sociale categorieën', om daar vervolgens een gedifferentieerde communicatiestrategie op te enten. Het vervolg van dit rapport zal duidelijk maken dat het er momenteel niet zozeer op aan komt mensen nog verder te sensibiliseren, maar vooral om kansen te scheppen voor milieuvriendelijk handelen. Onderzoek en beleidspraktijk kunnen dan ook beter in dit perspectief worden geplaatst.

1.3 | De problematische relatie tussen milieubesef en milieugedrag

Een steeds groter wordende groep mensen blijkt *bezorgd* voor milieu en natuur. Deze vaststelling strookt mogelijk niet onmiddellijk met de intuïtieve observaties van het *gedrag* van mensen.

Talrijke auteurs[20,22-24] hebben aangegeven dat een hoge mate van milieubesef niet noodzakelijkerwijze samengaat met een hoge mate van milieuvriendelijk gedrag. Lipsey stelde al in 1977 dat "er een aanzienlijke hoeveelheid verontrustend bewijs bestaat (...) dat de milieuvriendelijke houding van de bevolking in het algemeen niet geïnterpreteerd moet worden als een bereidheid om te investeren in milieuvriendelijk gedrag, vooral wanneer dit enige persoonlijke opoffering vereist"[25]. Nederlandse auteurs[3,26-27] kwamen tot dezelfde vaststelling. Nelissen en Scheepers constateerden in 1992 dat 34 % van de mensen met een middelmatig milieubesef zich niet milieuvriendelijk gedroegen, terwijl 20 % van de mensen met een relatief sterk milieubesef slechts gematigd milieuvriendelijk gedrag vertoonden.

Deze grote verschillen tussen milieubesef en milieugedrag lijken paradoxaal. We zijn immers geneigd milieu-onvriendelijk gedrag én het ontbreken van milieuvriendelijk gedrag aan een gebrek aan milieubesef toe te schrijven. Tussen milieubesef en milieugedrag bestaat evenwel een grote discrepantie. Recent is die discrepantie opnieuw gebleken uit de bevindingen van Finger bij milieu-onderzoek in Zwitserland[28]. In dit onderzoek maakt Finger een onderscheid tussen drie types ervaringen met milieu en natuur: catastrofe-ervaringen, natuurervaringen en actie-ervaringen. Met

catastrofe-ervaringen wordt bedoeld: het mee beleven van milieurampen zoals Tsjernobyl of Bhopal, vooral via de media; natuurervaringen verwijzen onder meer naar natuurverkenning in de sfeer van de vrijetijdsbesteding; actie-ervaringen doet men op in milieu- en natuuractiviteiten of sociale en politieke acties. Catastrofe-ervaringen blijken geen voldoende voorwaarde te zijn voor het stellen van milieuvriendelijk gedrag. Verder wordt beklemtoond dat milieuvriendelijk gedrag pas tot stand komt wanneer negatieve ervaringen worden aangevuld met positieve natuurervaringen en/of actie-ervaringen.

In het licht van deze vaststellingen over de betekenis van negatieve en positieve milieu- en natuurervaringen schetst Finger ook de rol van informatie. Informatie over de staat van het milieu leidt, evenmin als catastrofe-ervaringen, vanzelf tot milieurelevant gedrag. Bovendien komt de auteur tot de paradoxale vaststelling dat de vraag naar informatie juist het sterkst is bij die groep van mensen die geen of slechts beperkt milieuvriendelijk gedrag vertonen. Op grond van deze vaststellingen komt Finger tot de intrigerende conclusie dat het zich informeren in veel gevallen niet méér dan een angstreducerende functie heeft. Hoe groter de angst en zorg is voor milieuproblemen, hoe méér men geneigd is kennis op te doen over deze milieuproblemen. Informatie over en kennis van het milieuprobleem wordt zo een substituut voor het stellen van volwaardig milieuvriendelijk gedrag.

Deze vaststelling stemt tot nadenken over de rol van informatie en de media in relatie tot het maatschappelijk milieudebat en tot allerlei activerings- en sensibiliseringsstrategieën. Een overdaad aan informatie kan gevoelens van hulpeloosheid in de hand werken of versterken en zo zelfs milieuvriendelijk gedrag belemmeren. Deze vaststelling is van groot belang in een samenleving waarin veel milieu-ervaringen niet langer primaire, maar gemediatiseerde ervaringen zijn. Kort na de ramp in Tsjernobyl, wees Beck[24] erop dat mensen, bij het vaststellen en evalueren van milieuproblemen, in toenemende mate zijn aangewezen op gecentraliseerde informatie-systemen. Veel milieuproblemen zijn niet langer met de primaire zintuigen waarneembaar. Beck spreekt in dit verband van 'de onteigening van de zintuigen'.

De gecombineerde inzichten van Finger en Beck bieden wellicht een verklaring voor de opvallende discrepantie tussen milieubesef en milieugedrag. Het samengaan van angstgevoelens en onteigening van de zintuigen doet mensen naar de media grijpen om zich te informeren over de toestand van het leefmilieu. De mediaboodschappen staan echter bol van globale milieuproblemen en bieden niet meteen het gevoel dat er concrete oplossingen mogelijk zijn. Het resultaat is dat mensen vaak met hun gevoelens van angst en bezorgdheid blijven zitten. Zodoende roept de milieuproblematiek bij grote delen van de bevolking vooral gevoelens van machteloosheid op.

1.4 | Grenzen aan de klassieke beïnvloedingsstrategieën

Deze analyse sluit nauw aan bij de wijze waarop Gronemeyer[30,31] het handelen ten aanzien van maatschappelijk problemen analyseert. Creatief antwoorden zoeken op gestelde maatschappelijke uitdagingen is slechts mogelijk wanneer er een balans is tussen noodmotivatie en competentiemotivatie.

Noodmotivatie is de motivatie tot handelen die ontstaat vanuit een ervaring van een gemis of een tekort (bv. het gemis van veiligheid). Deze ervaring leidt niet op zich zelf tot creatief zoek- of oplossingsgedrag. Noodmotivatie zet slechts aan tot zoek- en oplossingsgedrag, wanneer ze gepaard gaat met competentiemotivatie.
Competentiemotivatie is de motivatie tot handelen die men put uit eerdere succeservaringen. Indien het gevoel een probleem niet aan te kunnen overheerst, komen mensen, organisaties en systemen terecht in situaties van 'aangeleerde hulpeloosheid'. Ze gedragen zich afhankelijk, leggen zich neer bij de gegeven situatie, handelen regres-

sief of grijpen terug naar oplossingsscenario's die niet langer adequaat zijn.

Auteurs, zoals Beck en Giddens[32,33], die de huidige samenleving als een risicosamenleving typeren, maken bovendien duidelijk dat dit onevenwicht tussen noodmotivatie en competentiemotivatie niet zuiver een individueel maar ook een maatschappelijk kenmerk is. Kenmerkend voor de huidige samenleving is een chronische confrontatie met risico's en een algemeen besef dat de oorzaken van deze risico's in het functioneren van de samenleving zelf liggen. De huidige samenleving wordt hierdoor op zeer duidelijke, maar pijnlijke wijze met zichzelf geconfronteerd. De vertrouwde oplossingsscenario's en bijbehorende wereldbeelden verliezen hun legitimiteit, zonder dat er reeds zicht is op nieuwe instrumenten en samenwerkingsverbanden die de uitdagingen van de risico-maatschappij het hoofd kunnen bieden. Met andere woorden, de maatschappij als geheel wordt geconfronteerd met bedreigingen en risico's die bij de bevolking een grote bezorgdheid oproepen. Er zijn echter nog te weinig competenties ontwikkeld om die bezorgdheid weg te kunnen nemen.
Het ontbreken van milieuvriendelijk gedrag of het vertonen van milieu-onvriendelijk gedrag van individuen is dus niet zozeer een gevolg van onwetendheid, van gebrek aan kennis of inzicht, maar vooral van het ontbreken van *handelingscompetentie*. Een conclusie hieruit is dat individuele burgers wellicht niet zoveel behoefte hebben aan nog meer kennis en informatie over de aard van milieuproblemen (in het algemeen). Van meer belang is burgers duidelijk te maken dat zij zelf concreet iets aan de problemen kunnen doen, en hoe ze dat kunnen doen, hoe ze met andere woorden, hun handelingscompetentie kunnen vergroten. Zowel uit v.3c Milieu-educatie en -informatie als uit recent onderzoek inzake afvalpreventie en -verwerking[34] blijkt evenwel dat de meeste voorlichtingscampagnes in Vlaanderen er nog steeds van uit gaan dat de burger onwetend is. Dergelijke informatiestrategieën zijn eenzijdig en mede daarom weinig doeltreffend. In nieuwe informatie- en voorlichtingstrategieën zal meer aandacht besteed moeten worden aan het creëren en ontwikkelen van de competentiemotivatie.

We hebben aangegeven dat positieve natuur- en milieu-ervaringen van groot belang zijn voor het ontwikkelen van milieuvriendelijk gedrag. Alweer met het oog op het vergroten van hun handelingscompetentie moeten burgers daarom in staat worden gesteld (op het werk én in de vrije tijd) ervaring op te doen met natuur- en milieu, en met sociale en politieke acties in het algemeen. Op dit punt hebben de talloze sociaal-culturele verenigingen en organisaties in Vlaanderen een belangrijke rol te vervullen, die ze zelf wellicht nog niet geheel onderkennen. Jeugdorganisaties, sociaal-culturele verenigingen voor diverse doelgroepen, vormings- en opbouwwerk-instellingen vormen een kader waarbinnen kennis- en informatieverwerving uitstekend gepaard kan gaan met de noodzakelijke milieu- en natuurervaring. Binnen de betrokken socio-culturele sector is trouwens een herbezinning in deze richting op gang gekomen[35,36].

2 | De intermediaire organisaties

In onze moderne samenleving zijn individuen op allerlei manieren verbonden met organisaties: zij zijn werknemer van een bedrijf, lid van een vakbond, sympathisant van een sociale beweging, enz.. Deze organisaties spelen een rol als intermediair tussen individu (micro-niveau) en overheid (macro-niveau), zij vormen het zogeheten 'maatschappelijke middenveld'. Als intermediair hebben deze organisaties verschillende functies: zij groeperen en verdedigen de belangen van hun leden; zij verwerven specialistische kennis over hun werkterrein en adviseren de overheid terzake; zij verlenen diensten aan hun achterban; zij voeren actie met en voor de achterban; zij voeren overleg, enz.. Kortom, intermediaire organisaties spelen een essentiële rol in onze

samenleving. In sommige sectoren, vooral in de sociaal-economische sfeer, is die rol algemeen erkend. Werkgevers- en werknemersorganisaties, artsenverenigingen en ziekenfondsen, enz. zijn, de jure of de facto, medebeleidsmakers geworden.

In het milieudebat is hun functie voorlopig niet zo duidelijk. Toch spelen diverse intermediaire organisaties ook hier een steeds belangrijker rol, zoals onder andere blijkt uit het overleg binnen de MiNa-raad en uit het milieu-overleg binnen de SERV. Blijft de vraag wat de positie van deze intermediaire organisaties is, wat hun opvattingen over de milieuproblematiek en het milieubeleid zijn, en hoe zij hun eigen rol in het milieubeleid zien.

2.1 | De bevraging van intermediaire organisaties

Aan een aantal intermediaire organisaties is gevraagd mee te werken aan een schriftelijke of mondelinge bevraging. Kernpunten daarin waren: (a) hun perceptie van en visie op de milieuproblematiek; (b) door hen genomen initiatieven terzake; (c) hun visie op het milieubeleid van de overheid; en (d) hun ervaringen en wensen in verband met het overleg tussen intermediaire organisaties.

Voor de bevraging zijn, op grond van hun relevantie voor het milieudebat, de volgende intermediaire organisaties geselecteerd:

- werkgeversorganisaties (koepelorganisaties als VBO, VEV, NCMV en Boerenbond; bedrijfsfederaties, mede afhankelijk van de sectoren die in dit rapport als doelgroepen worden genoemd);
- vakbeweging (koepelorganisaties als ACV, ABVV en ACLVB; relevante centrales);
- bank- en verzekeringsinstellingen (onder meer Belgische Vereniging der Banken en Belgische Spaarbankenvereniging);
- milieu- en natuurverenigingen (koepelorganisatie BBL; gewestelijke leden-organisaties);
- de Derde-Wereldbeweging (NGOS);
- consumentenorganisaties (OIVO);
- afvalverwerkers;
- vertegenwoordigers uit de wetenschappelijke en technologische wereld.

De schriftelijke enquête werd verstuurd naar 66 actoren (respons: 25,8 %). 18 koepelorganisaties werden mondeling bevraagd. Alleen in de sector 'wetenschappelijke en technologische wereld' werden geen gesprekspartners (bereid) gevonden.

2.2 | De resultaten van de bevraging

Probleemperceptie

Allereerst blijkt uit de bevraging dat de respondenten elk hun eigen perceptie hebben van 'de' milieuproblematiek, en van het belang en de prioriteit van bepaalde milieuproblemen. Die perceptie is duidelijk ingegeven door de eigen ervaring, door de eigen positie en het eigenbelang van de betreffende respondenten (de werkgevers, de milieu- en natuurverenigingen, de vakbeweging en de consumentenorganisaties). Toch worden de afvalproblematiek en de waterverontreiniging in het algemeen als 'belangrijk' aangemerkt, terwijl over vermesting en verdroging aanzienlijke verschillen van mening bestaan. Verzuring lijkt van de agenda van de meeste belangenorganisaties te zijn verdwenen. Soortgelijke vaststellingen gelden voor de belangrijkste milieubedreigende maatschappelijke activiteiten: de activiteiten van de chemische nijverheid scoren in het algemeen hoog, maar over de bijdrage van de energieproduktie bijvoorbeeld bestaat verschil van mening.

Intermediaire organisaties hebben dus elk hun eigen 'milieu-agenda'. De prioriteiten daarin hoeven niet overeen te komen met de 'objectieve' ernst van milieuproblemen,

noch met de prioriteiten van het overheidsbeleid. Voor de ontwikkeling van een mede door de intermediaire organisaties gedragen milieubeleid is een minimum aan eensgezindheid over de milieu-agenda nochtans noodzakelijk. Een begrip als 'duurzame ontwikkeling' zou hier enkel tot een schijnbare consensus leiden. Uit de bevraging blijkt dat het begrip vooral als een 'passe-partout' functioneert en weinig geconcretiseerd wordt. De Belgische Vereniging van Banken heeft het begrip of althans een concrete uitwerking daarvan zelfs naast zich neergelegd. Ze riep haar leden op om de UNO-code uit '92 die banken ertoe verbindt geen financiële middelen te verstrekken aan milieuvervuilende bedrijven, niet te ondertekenen, omdat de bepalingen te verregaand zouden zijn.

Eigen initiatieven

Over het algemeen zijn de koepelorganisaties redelijk goed op de hoogte van de milieuproblematiek. Hun 'eigen initiatieven' bestaan allereerst hierin dat zij personen, en vooral diensten hebben belast met het systematisch volgen en bestuderen van de milieuproblematiek. De verticale integratie van het milieubewustzijn binnen de organisaties verloopt echter moeizaam. Andere eigen initiatieven variëren uiteraard naar gelang de betreffende organisatie: zo heeft de milieubeweging verschillende campagnes opgezet, de vakbeweging heeft initiatieven voor vorming genomen, terwijl het NCMV initiatieven voor eerste-lijnsopvang heeft genomen. Weinig organisaties hebben een eigen gedragscode ontwikkeld. De internationale code van de chemische industrie, Responsible Care, vormt hierop een uitzondering (zie V.3B Milieuzorgsystemen).

Het milieubeleid van de overheid

De respondenten hebben over het algemeen duidelijke opvattingen over het overheidsbeleid tot dusver. Die opvattingen zijn hieronder geordend rondom 'wetgeving', 'instrumentering' en 'uitvoering'. Het overleg ten behoeve van het milieubeleid is in een apart punt ondergebracht.

Over de milieuwetgeving zijn de respondenten unaniem: die wetgeving is te complex, te incoherent en te weinig gecoördineerd. Dit is vooral het gevolg van de ad hoc-regelgeving in het verleden en van de staatshervorming. Ook de Europese regelgeving werkt complicerend. Daarnaast acht men de informatievoorziening door de overheid ontoereikend. Bij de respondenten leven over het algemeen positieve ervaringen met en grote verwachtingen van de Interuniversitaire Commissie tot Herziening van het Milieurecht (ICHM). De voorstellen van deze commissie worden positief beoordeeld. Alleen het VEV houdt enige reserves, omdat de commissie te weinig rekening zou houden met de technische complexiteit van de milieuproblemen in de realiteit van het bedrijfsleven.

De verschuivende instrumentering van het milieubeleid, in het bijzonder het toepassen van het heffingeninstrumentarium, wordt over het algemeen positief gewaardeerd. Toch hebben meerdere actoren bezwaren of kanttekeningen bij die heffingen. De werkgevers kanten zich tegen het feit dat zij te eenzijdig als financieringsmiddel worden ingezet; het ACV twijfelt eraan of de heffingen niet te laag zijn om gedragsverandering teweeg te brengen; het ABVV wijst erop dat de heffingen sociaal rechtvaardig moeten zijn. De milieubeweging van haar kant vindt dat het instrumentarium produktgerichter moet zijn. Sociale instrumenten zoals de eco-labelling zouden daartoe kunnen bijdragen.

Vele respondenten klagen over de gebrekkige uitvoering en handhaving van het milieubeleid. Voor de werkgevers- en werknemersorganisaties ligt een deel van de oorzaak hiervan in de onduidelijke wetgeving (zie hiervoor) en in de snelheid waarmee die verandert. Een ander deel van de oorzaak ligt in het feit dat milieuwetgeving

die van te voren onvoldoende met de betrokkenen is overlegd, in de praktijk soms onuitvoerbaar blijkt. De milieubeweging van haar kant pleit voor milieubeleidsplanning en systematisch ontwikkelde milieukwaliteitseisen.

Het onderlinge overleg

De genoemde intermediaire (belangen)organisaties ontmoeten elkaar in verschillende, deels formele, deels informele verbanden en overlegplatforms. Via dit formele en informele overleg wisselen zij voortdurend informatie uit. Op het informele overleg kan in dit bestek niet worden ingegaan.

De eerste vaststelling is dat werkgevers, werknemers en milieubeweging de belangrijkste partners in het overleg zijn. Zij ontmoeten elkaar vooral in de MiNa-raad. In die raad zijn de wetenschappelijke en technologische milieus eveneens vertegenwoordigd. Deze worden echter door de respondenten niet als overlegpartner genoemd. De Jaarverslagen 1992 en 1993 van de MiNa-raad wijzen ook op een zwakke participatie van de wetenschappelijke en technologische milieus aan het debat in de MiNa-raad. Deze zwakke participatie lijkt symptomatisch voor de deelname van het wetenschappelijke milieu aan het milieudebat in het algemeen. Wetenschappers spelen uiteraard wel indirect een rol in het milieudebat, doordat zij op verzoek van verschillende direct betrokken actoren onderzoek verrichten, rapporten publiceren en adviezen formuleren.

Voor werkgevers en werknemers vormt het overleg in het kader van de SERV het zwaartepunt. De SERV is voor de sociale partners een (uit het sociaal-economisch overleg) vertrouwd overlegplatform. De milieubeweging participeert niet in de SERV. Tussen de milieubeweging en een deel van de vakbeweging bestaat wel geregeld en thematisch overleg in de vzw Arbeid en Milieu. De indruk ontstaat dat er sprake is van de volgende, spontaan ontwikkelde taakverdeling: in de MiNa-raad gaat het overleg tussen de intermediaire organisaties vooral over de aspecten van milieu en natuur. Deze worden als doelstelling en uitgangspunt genomen, met een ondergeschikte rol voor sociaal-economische overwegingen. In het SERV-overleg is veel meer aan de orde (a) de afweging van economische versus milieubelangen en (b) de allocatie, de verdeling van de kosten van het milieubeleid over de diverse sociaal-economische sectoren en actoren, en over de doelgroepen.

Een overzicht van het milieu-overleg tussen intermediaire organisaties in Vlaanderen leidt tot de volgende vaststellingen en vragen:

- Sommige belangrijke actoren en organisaties nemen niet of nauwelijks deel aan het geformaliseerde milieu-overleg. Dat geldt vooral voor de wetenschappelijke en technologische milieus. Het geldt ook voor de financiële sector (de banken), voor de consumentenorganisaties, voor de Derde-Wereldbeweging en voor de sector van de afvalverwerking en -recycling. Met het oog op de kwaliteit van het milieudebat lijkt het zaak om het aantal deelnemers aan dat debat in formele en informele zin, doelbewust uit te breiden.
- Het (geformaliseerde) milieu-overleg vindt plaats in de SERV en de MiNa-raad. In de SERV overheerst een sociaal-economische probleemstelling van de milieuproblematiek, in de MiNa-raad gaat de aandacht allereerst naar de milieu- en natuuraspecten. Die verschillen in taken en invalshoek worden geaccentueerd door de assymetrische samenstelling: de sociale partners hebben wel zitting in de MiNa-raad, terwijl de milieubeweging niet in de SERV vetegenwoordigd is. Mede hierdoor rijst de vraag naar de balans tussen beide invalshoeken, en is het mogelijk dat bepaalde aspecten onder- of onbelicht blijven.
- Geen van de respondenten noemt trouwens de socio-culturele organisaties (KWB, SVV en talloze andere) als partners in het milieudebat. De sociaal-economische en sociaal-culturele werelden lijken volkomen gescheiden. Dit betekent dat mogelijk

belangrijke hefbomen van maatschappelijke verandering buiten het overleg blijven. Voor een beter gestoffeerd maatschappelijk milieudebat is dat geen goede zaak.

- Het geformaliseerde milieu-overleg tussen de intermediaire organisaties is grotendeels organisch gegroeid. Hetzelfde geldt voor de kanalen waarlangs men elkaar informatie toestuurt, of waarlangs men intern voor voorlichting, vorming, enz. zorgt. Het milieubeleid in Vlaanderen heeft evenwel behoefte aan een meer gesystematiseerd overleg- en informatiebeleid.
- Over de taken en verantwoordelijkheden van de intermediaire organisaties, in hun onderlinge verhoudingen en in verhouding tot de overheid, bestaat weinig duidelijkheid. Intermediaire organisaties treden in het milieubeleid net zoals in de sociaal-economische sfeer niet alleen op als belangenorganisaties. Daarnaast leveren zij informatie en expertise, sluiten zij compromissen af, disciplineren zij hun achterbannen rondom zo'n compromis, enz.. Op dit moment is onvoldoende duidelijk welke rollen en functies de intermediaire organisaties, afzonderlijk én gezamenlijk, in het Vlaamse milieubeleid (kunnen/moeten) vervullen.

In punt 4 zullen we op verschillende van deze vaststellingen en vragen terugkomen.

3 | De overheden

De overheid is tot dusver de belangrijkste initiator van het milieubeleid geweest. Het milieubeleid komt idealiter tot stand door drie goed op elkaar inspelende deelactiviteiten van de overheid: regelgeving, regeltoepassing en regeltoetsing. Anders gezegd: milieubeleid vereist gecoördineerde activiteiten van de wetgevende, de uitvoerende en de rechterlijke macht. Weliswaar is in het milieubeleid de jongste tijd een verschuiving te zien in de verhoudingen tussen overheid en samenleving, in het bijzonder tussen overheid en intermediaire organisaties (4.1), toch is een peiling naar de probleemperceptie en rolopvatting van de diverse overheden van belang.

3.1 | De bevraging van overheidsactoren

Zoals bij de intermediaire organisaties is ook aan vertegenwoordigers van diverse overheidsinstellingen en -diensten gevraagd mee te werken aan een schriftelijke of mondelinge bevraging. Ook hier waren de kernpunten: (a) de perceptie van en visie op de milieuproblematiek; (b) eigen initiatieven terzake; (c) de visie op het milieubeleid van de overheid; en (d) ervaringen en wensen in verband met het onderlinge overleg.

Voor de wetgevende macht zijn niet de politieke partijen zelf, maar de studiediensten van Agalev, CVP, SP, VLD en VU geraadpleegd. Alleen de VLD heeft niet geantwoord. Voor de uitvoerende macht zijn allereerst de kabinetten en administraties geraadpleegd die verantwoordelijk zijn voor de volgende milieurelevante beleidsterreinen: werkgelegenheid, financiën en begroting, economie, wetenschapsbeleid, milieu, natuur en landinrichting, ruimtelijke ordening en huisvesting, wegeninfrastructuur en verkeer. Van dit grote aantal diensten hebben alleen het Bestuur Monumenten en Landschappen - namens de Administratie voor Ruimtelijke Ordening - en het Bestuur Natuurlijke Rijkdommen en Energie - namens de Administratie Economie - vanuit hun eigen 'werkzaamheden en betrokkenheid' gereageerd. Daarnaast zijn ook de 'lagere' overheden geraadpleegd, via de VVSG en de VVP. Voor de rechterlijke macht zijn drie bevoorrechte getuigen geïnterviewd.

3.2 | De resultaten van de bevraging

Probleemperceptie

Zoals bij de intermediaire organisaties bestaat ook hier geen gemeenschappelijke probleemperceptie. In plaats daarvan geven de verschillende overheidsorganisaties een eigen, partiële visie op de milieuproblematiek en schatten zij diverse aspecten daarvan als meer of minder belangrijk in. Alleen de (studiediensten van) politieke partijen geven aan zich bij hun prioriteiten door 'objectieve' gegevens te (zullen) laten sturen. Kennelijk ontbreekt het dus ook bij 'de' overheid aan een gemeenschappelijke probleemstelling van de milieuproblematiek.

Eigen initiatieven

Uitvoerende overheidsorganisaties mogen geacht worden initiatieven te hebben genomen die voor de adequate uitvoering van hun taak noodzakelijk zijn met de hen toegemeten personele en financiële middelen. Voor de milieudiensten van provincies en gemeenten verwijzen we naar V.4 Beleidsstructuren. Bij de wetgevende macht ziet het beeld er als volgt uit. Binnen de studiediensten van de politieke partijen zijn één of meerdere mensen in het bijzonder met de milieuproblematiek bezig. Vaak staan zij ook de parlementsfracties, met name de leden van de betrokken commissies bij. Bij de rechterlijke macht is er, op papier, per gerechtelijk arrondissement een substituut met milieuzaken belast. De feitelijke belasting van een magistraat met milieudossiers varieert van parket tot parket; ook de richtlijnen terzake variëren per parket en blijken in hoge mate van persoonlijke initiatieven afhankelijk.

Het milieubeleid van de overheid

Opvallend is de eensgezind kritische houding van de diverse overheidsorganisaties over het functioneren van de overheid zelf op milieugebied. Feitelijk komt hun kritiek overeen met wat door de intermediaire organisaties naar voren werd gebracht: een complexe en onsamenhangende wetgeving, een gebrekkige uitvoering en een onvoldoende handhaving. Ook hier wordt gerekend op de tenuitvoerlegging van de voorstellen van de ICHM. In het verlengde daarvan wordt gepleit voor samenhangende vervolgings- en strafbepalingen. Daarnaast klagen de diverse overheidsinstanties over onvoldoende onderlinge samenwerking en coördinatie.

Het onderlinge overleg

Er bestaat dus ontevredenheid over de onderlinge communicatie en over het gebrek aan informatie-uitwisseling, coördinatie en afstemming. De wetgevende macht lijkt slechts in het kader van haar mandaat overleg met de uitvoerende macht te voeren. Van een systematische informatieverschaffing over de stand van uitvoering van bepaalde wetten en regels is geen sprake. Ondanks het vrij geregelde overleg tussen gewestelijke, provinciale en gemeentelijke overheden, bestaat ook daar de indruk dat de milieuproblematiek en milieu-informatie nog onvoldoende geïntegreerd worden aangepakt. De rechterlijke macht heeft de meeste klachten: van systematische informatie met betrekking tot de regelgeving en de uitvoering van het milieubeleid (vergunningen, heffingen, enz.) is geen sprake.

4 | Op weg naar een kwalitatief hoogstaand maatschappelijk milieudebat

Het voeren van een doeltreffend milieudebat vergt de actieve én gecoördineerde inzet van burgers, intermediaire organisaties en overheden. In de verhouding tussen deze groepen van actoren bestaan tal van problemen en knelpunten. Hierna wordt eerst stilgestaan bij die onderlinge verhoudingen en bij de mogelijkheden en noodzakelijke veranderingen daarin, zowel op de drie niveaus als daartussen. Daarna geven

we aan wat de overige voorwaarden en mogelijkheden zijn voor een maatschappelijk milieudebat.

4.1 | Het samenspel tussen de actoren

Bevordering van handelingscompetentie van burgers: de rol van overheid en intermediaire organisaties

Bij een belangrijke meerderheid van de bevolking is sprake van een grote mate van milieubesef en milieubezorgdheid. Zonder twijfel kan het kennisniveau van 'de bevolking' in algemene zin nog verder worden verbeterd (zie v.3c Milieu-educatie en -informatie). Toch lijken de inspanningen minder te moeten worden gericht op het (verder) vergroten van het milieubesef in het algemeen, en veel meer op het aanbieden van concrete oplossingsalternatieven. De kloof tussen milieubesef en milieugedrag kan immers niet noemenswaardig worden verminderd door nog meer 'besef' toe te voegen, maar alleen door de drempels naar milieuvriendelijk gedrag te verlagen. Dat betekent dat voor concrete milieuproblemen, concrete handelings- en gedragsalternatieven moeten worden gepresenteerd en toegelicht. De overheid kan een deel van deze taak op zich nemen, bijvoorbeeld in de sfeer van de afvalpreventie, het water- en energiegebruik, de automobiliteit, enz.. De overheid is terzake echter slecht uitgerust én slecht geplaatst: zij heeft hiervoor geen gespecialiseerde diensten en haar appél op het ene beleidsterrein komt al snel in tegenspraak met doelstellingen op een ander beleidsterrein. Voor de geloofwaardigheid en de doeltreffendheid is het daarom beter dat de overheid alleen de voorwaarden schept, terwijl het aanbieden van handelingsalternatieven aan gespecialiseerde organisaties wordt overgelaten. Behalve aan de klassieke onderwijs- en opleidingsinstellingen moet hierbij worden gedacht aan het rijk geschakeerde sociaal-culturele verenigingsleven, het vormings- en opbouwwerk, enz. (1 en 2). Deze organisaties zijn veel beter dan de overheid in staat in te spelen op de milieubezorgdheid van burgers. Ze kunnen dat milieubesef zodanig mobiliseren en activeren, dat ook de handelingscompetentie van burgers toeneemt. In een sterker geïndividualiseerde samenleving spelen ook andere organisaties, in het bijzonder de media, een belangrijke rol. Zij vormen als het ware de mentale link tussen het micro-niveau van de burger en het macro-niveau van de overheid en de samenleving als geheel. Vastgesteld moet worden dat de feitelijke en mogelijke rol van deze organisaties (tussen catastrofe-ervaring en handelingscompetentie) nog niet systematisch verkend en bediscussieerd is.

Veranderingen in de verhouding tussen overheid en intermediaire organisaties

Naarmate de doelstellingen van het milieubeleid nauwkeuriger geformuleerd worden en het milieubeleid beter tenuitvoer wordt gelegd, worden ook de kosten ervan steeds duidelijker. Hierdoor worden tevens de allocatie-aspecten van de milieuproblematiek en het milieubeleid duidelijker. Het milieuvraagstuk is daardoor de jongste tijd ook in Vlaanderen steeds meer een sociaal-economisch vraagstuk geworden, een vraagstuk omtrent de verdeling van kosten en baten over verschillende sociaal-economische sectoren. Een dergelijke probleemstelling leidt vanzelf tot een grotere betrokkenheid van maatschappelijke belangengroepen, met name van sociaal-economische belangengroepen. Zij zijn bovendien goed vertrouwd met de spelregels van het 'sociaal overleg'. Tegelijkertijd hanteren Vlaamse en internationale overheden steeds meer economische en sociale instrumenten die een beroep doen op het eigenbelang van maatschappelijke (doel)groepen (zie v.2 Economische instrumenten en v.3 Sociale instrumenten). Deze beide parallelle ontwikkelingen leiden tot een verandering in de verhouding tussen overheid en maatschappelijke - in casu vooral intermediaire - organisaties, tussen macro- en intermediair niveau. Die verandering kan worden getypeerd aan de hand van de betekenisverschuiving die zich rondom het begrip 'doelgroep' heeft voorgedaan. Zolang de overheid het primaat van het milieu-

beleid heeft (of zegt te hebben), vormen doelgroepen een bijzonder doelwit van beleid, op grond van hun bijzondere aandeel in de totale milieubelasting. Doordat de allocatievraagstukken steeds duidelijker zijn geworden, en door het veranderende instrumentarium, spelen maatschappelijke belangengroepen een belangrijkere rol in de totstandkoming en uitvoering van het milieubeleid. Hierdoor zijn doelgroepen nu mede verantwoordelijk voor de besluitvorming over en de uitvoering van dat beleid. Dit betekent dat intermediaire organisaties, hoezeer zij ook in het allocatie-debat hun belangen te verdedigen hebben, zich niet meer als louter belangenbehartigers kunnen gedragen. Daarnaast zijn zij nu medeverantwoordelijk voor de uitvoering van het overeengekomen beleid. Dat impliceert dat zij mee instaan voor de vertaling van algemene beleidsafspraken naar specifieke, sectorgebonden maatregelen, voor informatie en voorlichting aan hun achterban en voor disciplinering van die achterban.

Uit de bevraging van de organisaties op intermediair niveau is niet duidelijk of en in welke mate deze organisaties op deze nieuwe taken en rollen in het milieubeleid - en daarmee op hun positie in het milieudebat - zijn voorbereid. Onder meer de organisch gegroeide taakverdeling tussen SERV en MiNa-raad, de samenstelling daarvan en de rol en strategieën van de intermediaire organisaties in beide raden, zouden in dit licht herzien moeten worden.

Taakverschuivingen van overheid naar het intermediair niveau

Niet alleen de taak van het intermediaire niveau is aan verandering onderhevig, maar ook die van de overheidsorganisatie. Uit de bevraging blijkt dat zowel intermediaire als overheidsorganisaties zelf een vrij klassieke opvatting van de rol en taak van de overheid hebben. Natuurlijk zullen ook in de toekomst het uitvaardigen van behoorlijke regelgeving, het uitvoeren van onderdelen van het milieubeleid en het handhaven van milieuvoorschriften in belangrijke mate tot de kerntaken van de overheid blijven behoren. Daarom moeten de klachten van zowel de cliënten als de producenten (de overheidsorganisaties zelf) over het huidige milieubeleid au sérieux genomen worden. Deze klachten zijn in paragraaf 2 en 3 weergegeven.

Toch evolueert, ook internationaal, de rol van de overheid meer in de richting van (a) normstellend, (b) activerend/organiserend en (c) monitorend: de overheid bepaalt in de eerste plaats de doelstellingen van het milieubeleid en/of legt de beoogde milieukwaliteitseisen vast. Natuurlijk zal die doelstellingenbepaling ook straks in overleg met parlementaire en buitenparlementaire vertegenwoordigers plaatsvinden. Maar wellicht zal de overheid zich minder dan tot nu toe in de bedoeling lag, nog met de uitvoering van milieubeleid bezighouden. De milieu-infrastructuurvoorziening (waterzuivering, afvalinzameling en -verwerking) wordt verzelfstandigd; voorschriften voor bedrijfstakken en individuele bedrijven worden steeds meer doel- en steeds minder middel-georiënteerd; bedrijfsfederaties en -organisaties staan als doelgroepen voor een belangrijk deel voor de verspreiding en implementatie van milieu-innovaties binnen hun bedrijfstak in; via particuliere verzekeringen en door certificering van zorgsystemen wordt straks wellicht ook een deel van de handhaving verzelfstandigd. Het op gang brengen en houden van deze ontwikkelingen, het activeren, mobiliseren, organiseren en onderhandelen wordt straks de tweede hoofdtaak voor de overheid. En ten derde zal zij vooral tot taak hebben via voortdurende monitoring van de milieukwaliteit na te gaan of en in welke mate de beoogde resultaten behaald zijn. Op grond daarvan kunnen doelstellingen eventueel worden bijgesteld.

Uit de bevraging bij intermediaire en overheidsorganisaties is niet gebleken dat men zich van deze komende taakwijziging bewust is. Toch is zij onlosmakelijk verbonden aan een andere milieubeleidsstrategie, aan de inzet van een ander milieubeleidsinstrumentarium. Zij impliceert een andere organisatie van zowel overheid als intermediair

niveau, en van de afspraken tussen hen. Het lijkt dat ook deze ontwikkelingen voorwerp van een maatschappelijk milieudebat moeten zijn[37].

Een bijzondere rol in deze ontwikkelingen is weggelegd voor de nutsbedrijven, zowel producenten als distributeurs, zowel overheidsgedomineerd als privé of gemengd. Een werkelijk op preventie gericht milieubeleid impliceert immers reductie van grondstoffen- en energiegebruik. De nutsbedrijven staan, als intermediaire organisaties, terzake voor de opgave om te schakelen van (vooral) kwantitatieve produktiedoelstellingen naar kwalitatieve dienstverlening[38]. Ook hierover is een maatschappelijk debat zeer wenselijk.

4.2 | Overige voorwaarden voor een maatschappelijk milieudebat

Een maatschappelijk milieudebat zoals in dit hoofdstuk is bedoeld, speelt zich af tussen alle maatschappelijke actoren die bij de milieuproblematiek betrokken zijn. We hebben al aangegeven dat er tussen hen allerlei uitwisseling nodig is. Wil zo'n debat evenwel op een hoog kwalitatief niveau kunnen worden gevoerd, en kunnen bijdragen aan het vinden van een weg naar een duurzamere ontwikkeling, dan moet het bovendien ondersteund worden door een aantal pijlers. Die pijlers vormen in feite de noodzakelijke ondersteunende infrastructuur voor een doeltreffend milieudebat en milieubeleid. Van zo'n ondersteunende infrastructuur maken de volgende elementen deel uit: (a) de opbouw van een monitoringsysteem; (b) mogelijkheden voor toekomstverkenning en planning; (c) de opbouw en ontwikkeling van databanken; (d) een participatieve besluitvorming; (e) een systeem voor informatieverspreiding[39]. Deze elementen worden hierna puntsgewijze besproken.

Monitoringsysteem

Een milieudebat en een goed milieubeleid moeten voortdurend kunnen rekenen op goede, betrouwbare informatie over 'the state of the environment'. Dit rapport is de eerste poging om op die schaal de stand van het milieu in Vlaanderen te inventariseren, inclusief de te verwachten trends en de mogelijkheden die om te buigen. Zo'n inventarisatie moet permanent zijn. Een monitoringsysteem geeft niet alleen informatie over de stand van het milieu, het laat ook toe de effecten van beleidsmaatregelen in kaart te brengen en vormt de basis voor beleidsevaluatie, die op haar beurt tot beleidsbijstelling kan leiden. Een dergelijke monitoring moet overigens niet alleen de natuurwetenschappelijke, maar ook de sociale en beleidsmatige aspecten van het milieuvraagstuk omvatten. De mate van milieubesef en - belangrijker - van milieugedrag kan dan evenzeer worden geïnventariseerd. Ook daarmee kan het effect van allerlei interventiestrategieën, van de overheid en van anderen, worden beschreven en beoordeeld. Een beleidsmatig relevante monitoring vereist dat uit die monitoring kan worden afgeleid op welk(e) punt(en) van de beleidscyclus (doelstellingen, strategieën, instrumenten, uitvoeringsorganisatie, enz.) bijstellingen noodzakelijk zijn (vergelijk met een milieuzorgsysteem, zie V.3B Milieuzorgsystemen).

De opbouw en organisatie van een dergelijk geïntegreerd milieu-monitoringsysteem is een noodzakelijke voorwaarde voor een verdergaand milieubeleid in Vlaanderen. Het is een basiselement voor de milieubeleidsplanning.

Mogelijkheden voor toekomstverkenning en planning

Het milieubeleid tot nu toe is tezeer een korte-termijnbeleid geweest. Nu de milieuproblematiek in hoofdlijnen in kaart is gebracht, is lange-termijndenken en plannen mogelijk en noodzakelijk. Een toekomstverkenning houdt in elk geval een systematische verkenning van de trends in diverse milieurelevante maatschappelijke sferen en sectoren in; daarnaast vergt het systematische ontwikkeling van alternatieve scenario's, inclusief de maatregelen die nodig zijn om die scenario's haalbaar of waar-

schijnlijk te maken. Het ontwikkelen van scenario's betekent feitelijk het vergroten van het maatschappelijk denkvermogen en van de globaal maatschappelijke handelingscompetentie.

Scenario-ontwikkeling lijkt vooral een taak voor de wetenschappelijke wereld. Scenario's op de middellange termijn (± 20 jaar) vormen tegelijkertijd de basis voor de milieubeleidsplanning. Op grond van gekozen scenario's kunnen immers hoofddoelstellingen en randvoorwaarden van beleid worden geformuleerd, die zelf weer tot thema- en/of doelgroepgewijze plannen voor de korte termijn kunnen worden geoperationaliseerd. Hier ligt een taak voor een organisatie-eenheid 'milieubeleidsplanning'[40].

Opbouw en ontwikkeling van databanken

In dit rapport en in dit hoofdstuk zijn op diverse plaatsen het gebrek aan goede milieu-informatie, de slechte toegankelijkheid van die informatie en de moeilijke uitwisselbaarheid ervan aan de orde geweest. De milieuproblematiek en het milieubeleid is inmiddels zo'n complexe materie dat niet met één milieudatabank kan worden volstaan. Niettemin is het voor het verhogen van de kwaliteit van het milieudebat noodzakelijk dat in Vlaanderen een structuur van informatieverzameling, -verwerking en -uitwisseling wordt uitgebouwd. Het gaat daarbij ten dele om dezelfde informatie die voor het monitoringsysteem van belang is: gegevens met betrekking tot natuurwetenschappelijke, juridische, economische en beleidsmatige aspecten. In elk geval moet worden voortgebouwd op de partiële databanken die bij de gemeentes en organisaties als AMINAL, OVAM, VMM en andere bestaan, of die in het kader van dit rapport ontwikkeld worden.

Behalve dataverzameling en -verwerking, moet ook de openbaarheid en toegankelijkheid van gegevens geregeld worden. Het gaat immers om informatie die ook voor onderwijs- en educatiedoelstellingen, voor de media, en voor maatschappelijke discussies allerhande toegankelijk en relevant moet zijn.

Participatieve besluitvorming

De besluitvorming over het milieubeleid op de diverse bestuurlijke niveaus vindt meestal via twee circuits plaats. In de eerste plaats is er het constitutionele circuit, met de verkozen wetgevende vergadering en de niet rechtstreeks verkozen uitvoerende macht. In de tweede plaats is er het circuit van advies- en overlegraden, met hun eigen toegangs- en spelregels. De participatiekansen in beide circuits zijn - hoewel verschillend - vrij beperkt. Op het laagste bestuurlijke niveau, de gemeente, zijn beide circuits in beginsel nog voor individuele burgers toegankelijk. De gemeentelijke milieu-adviesraden die op grond van het Convenant met de gemeenten moeten worden opgericht, vormen een nieuwe kans voor een meer participatief milieu- en natuurbeleid. Zij zouden ook op dat aspect, de mate waarin zij bijdragen aan de versterking van de handelingscompetentie van burgers (zie 1), moeten worden beoordeeld.

Op hogere bestuurlijke niveaus is participatie slechts mogelijk via organisaties, hetzij politieke partijen, hetzij intermediaire organisaties. Met betrekking tot deze laatste is in 2, 3 en 4.1 gewezen op het relatief beperkte aantal maatschappelijke groepen dat bij het georganiseerde milieu-overleg betrokken is, en op de dominantie van de sociaal-economische probleemstelling in dat overleg. Een vergroting van het aantal participanten, een uitbreiding in de richting van niet-klassieke sociaal-economische partners en een versterking van de overlegstructuur binnen en buiten SERV en MiNa-raad zou, in combinatie, tot een rijker gestoffeerd maatschappelijk milieudebat leiden. Het beperken van de deelname aan dat debat tot grote, goed georganiseerde (belangen)organisaties leidt immers onwillekeurig tot het verwaarlozen van bepaalde

minder krachtig georganiseerde aspecten. Een hoogstaand maatschappelijk milieudebat is slechts haalbaar onder duidelijke voorwaarden van makkelijke toegankelijkheid, brede representativiteit en open controleerbaarheid.

Systeem voor informatieverspreiding

In het voorgaande is vastgesteld dat het milieubesef bij de burgers in het algemeen voldoende is. Dit neemt niet weg dat milieu-informatie en sensibilisatie een permanent proces zou moeten zijn. In de eerste plaats omdat de milieuproblematiek steeds weer nieuwe informatiebehoeften doet ontstaan; in de tweede plaats omdat (impopulaire) milieumaatregelen vaak de bereidheid tot daadwerkelijk milieuvriendelijk gedrag doen afnemen.

Een voortdurend milieu-informatiebeleid is derhalve noodzakelijk. Mede op grond van de aanbevelingen van v.3c Milieu-educatie en -informatie is duidelijk dat de overheid hierbij vooral een voorwaardenscheppende rol heeft, en dat zij het feitelijk uitvoeren daarvan aan een brede waaier van particuliere milieu-organisaties, sociaal-culturele organisaties, onderwijsinstellingen, bedrijven, enz. moet overlaten.

Referenties

1 Voor een uitvoerige methodologische verantwoording van deze onderzoeken verwijzen wij de lezer naar het wetenschappelijk rapport.

2 Ester P., Sociologische Gids, 27 (1980), 120.

3 Nelissen N., Perenboom R., Peters P., Peters V., De Nederlanders en hun milieu. Een onderzoek naar het milieubesef en het milieugedrag van vroeger en nu. Kerckebosch, Zeist, 1987.

4 Schokkaert E., Lagrou L., Overlaet B., *Tijdschrift voor Economie en Management, XXVII (2)* (1982), 197.

5 Bouckaert L.,De Witte H.,Lagrou L.,Overlaet B., Schokkaert E., Wie verdient meer? Een opinieonderzoek naar de rechtvaardigheid van inkomensverschillen, Acco, Leuven, 1990.

6 Europese Commissie, Europeans and the environment in 1992. *Eurobarometer, 37.0.* (1992).

7 Van Liere K. D., Dunlap R. E., *Public Opinion Quarterly, 44* (1980), 181.

8 Mohai P., Twight B. W., *Social Forces, 68(4)* (1987), 798.

9 Samdahl D. M., Robertson R., *Environment and Behavior, 21(1)* (1989), 57.

10 Hart J., Sociale Wetenschappen, 36(3) (1993)., 25.

11 Ostman R. E., Parker J. L., Journal of Environmental Education, 23(4) (1987), 494.

12 Waege H., Tijdschrift voor sociologie, 14(4) (1993), 471.

13 Openbaar Lichaam Rijnmond, Geïntegreerd milieu-onderzoek. Een onderzoek naar de beleving van het ruimtelijk milieu, Rotterdam, (1976).

14 Murch A. W., Public Opinion Quarterly, 35 (1971), 100.

15 Hines J. M., Hungerford H. R., Tomera A.N., *Journal of Environmental Education, 18* (1986-87), 1.

16 Arcury T. A., Scollay S. J., Johnson T. P., *Sex Roles, 16* (1987), 463.

17 Schahn J., Holzer E., *Environment and Behavior, 22(6)* (1990) , 767.

18 Dunlap D. E., Environment and Behavior, 7(4) (1975), 428.

19 Buttel F. H., Flinn W. L., *Social Scientific Quarterly, 17* (1976), 477.

20 Ester P., Meer van der F., Sociale aspecten van het milieuvraagstuk, 1979, 39.

21 Mazmanian D., Sabatier P., *Environment and Behavior, 13(3)* (1981), 361.

22 Bickman L., Journal of Social Psychology, 87 (1972), 323.

23 Maloney M. P., Ward M. P., *American*

Psychologist, 28 (1973), 583.

24 Klandermans B., Seydel E., Rooi G., Overtuigen en activeren. Publieksbeïnvloeding in theorie en praktijk, 145-178, Van Gorcum, Assen, 1991.

25 Lipsey M. W., Catalog of selected documents in psychology, 7 (1977).

26 Van Meegeren P., Milieuvoorlichting. Model voor een planmatige voorbereiding, Meppel, Boom, 1989.

27 Nelissen N., Scheepers P., *Sociale Wetenschappen, 35(4)* (1992), 64.

28 Finger M., *Journal of Social Issues*, Special issue on Environmental Justic, 1994.

29 Beck U., Berkeley Journal of Sociology, 32 (1987), 153.

30 Gronemeyer M., Motivation und politisches Handlen: Grundkategorien politischer Psychologie, Hoffmann und Campe, Hamburg, 1976.

31 Gronemeyer M., Education Permanente, 11/101 (1989), 79.

32 Beck U., Risikogesellschaft: auf dem Weg in eine andere Moderne, Suhrkamp, Frankfurt, 1986.

33 Giddens A., Modernity and self-identity. Self and society in the late modern age, Cambridge, 1991.

34 Jans M., Wildemeersch D., Milieurisico's en de vorming van sociale verantwoordelijkheid, tussentijds rapport begeleidend onderzoeksproject VLIM/803, Leuven: Faculteit der Psychologie en Pedagogische Wetenschappen, 1993.

35 Wildemeersch D., Goubin J., (eds.), Het vormingswerk uitgedaagd, Vlaams Centrum voor Volksontwikkeling, Mechelen, 1992.

36 Wildemeersch D., Goubin J., (eds.), Sociaal-cultureel werk en overheidsbeleid vandaag. Deel 1, Vlaams Centrum voor Volksontwikkeling, Mechelen, 1992.

37 Nelissen N. J. M., Besturen binnen verschuivende grenzen, Kerkebosch, Nijmegen/Zeist, 1992.

Godfroij A. J. A., Nelissen N. J. M. (red.), Verschuivingen in de besturing van de samenleving, Bussum, 1993, 49.

Hanf K. I., Ringeling A. B., Tenneer C., Milieubeleid en een veranderende overheid, 's-Gravenhage, 1993.

38 Tellegen E., Van meer naar minder - organisatorische vormgeving van energiebesparing en afvalbeperking, van Gennep, Amsterdam, 1989.

39 Milbrath L. W., Envisioning a sustainable society. Learning our way out, State University of New York Press, New York, 1989.

40 Verbruggen A., Draaiboek voor de Milieubeleidsplanning Vlaanderen, bijlage 1 bij het Milieubeleidsplan en Natuurontwikkelingsplan voor Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, 1990, 1.

Begeleiders

L. Goorden, Stichting Technologie Vlaanderen

G. Quintelier, Arbeid en Milieu v.z.w.

I. Aerts, Dialoog Werkgroep Technologie v.z.w.

V.4 Beleidsstructuren

K. Debeuckelaere, e.v.b.a. Debeuckelaere
P. Leroy, Vakgroep Milieu, Natuur en Landschappen, KUN

Dit hoofdstuk geeft een beeld van de instellingen en organisaties die een rol spelen bij de uitwerking van het Vlaamse milieubeleid: de regelgeving, de uitvoering en de handhaving. De nadruk ligt op het Vlaamse Gewest (1). In 2 wordt beknopt teruggekoppeld naar het internationaal, Europees en federaal niveau. Tenslotte wordt kort aandacht besteed aan de lagere overheden (3).

1 | Vlaamse Gewest

1.1 | Een terugblik

De organisatiestructuur van de Vlaamse milieu-administratie draagt de sporen van de ontwikkeling van het milieubeleid sinds de jaren zeventig. In die ontwikkeling zijn de volgende drie trends relevant voor de beleidsorganisatie. In de eerste plaats heeft het milieubeleid zich, zowel qua wetgeving als qua organisatie, grotendeels ad hoc en dus onplanmatig ontwikkeld. Naar gelang een milieuprobleem in de maatschappelijke en politieke aandacht kwam, is daarvoor beleid uitgestippeld, wetgeving afgekondigd en een uitvoeringsorganisatie gecreëerd. Deze onplanmatige ontwikkeling heeft, ten tweede, geleid tot een verregaande sectorale fragmentering van het milieubeleid: voor lucht, water, afval, bodem, enz. kwamen afzonderlijke regelingen en aparte beleidsorganisaties tot stand. Deze beide trends zijn in alle Westeuropese landen te zien. Ten derde werd in België/Vlaanderen de ontwikkeling en de organisatie van het milieubeleid extra gecompliceerd door de aanhoudende discussies over staatshervorming en bevoegdheidsverdeling.

Na de regionalisering van grote milieubevoegdheidspakketten in 1980 is binnen het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap de Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL) opgericht. Op het eerste gezicht leek hierbij sprake van een organisatorische integratie van milieubevoegdheden die tot die tijd op het nationale niveau verspreid waren. De bevoegdheden inzake afval en waterkwaliteit werden echter aan nieuwe, respectievelijk geherstructureerde pararegionale organisaties toebedeeld, in dit geval: OVAM enerzijds en VWZ/WZK, later VMZ anderzijds. Binnen deze pararegionalen is weliswaar van meet af aan het planningsinstrument (Afvalstoffenplan, respectievelijk de Algemene Waterzuiveringsprogramma's op diverse niveaus) ingezet. De toenmalige plannen hadden echter, min of meer noodzakelijkerwijze, zeer overwegend betrekking op de verwijdering en verwerking van afval, op de zuivering van oppervlaktewater, kortom op effectgericht en 'end of pipe'-beleid. Die plannen bevatten niet of nauwelijks elementen van een planmatige ontwikkeling van brongericht of preventief milieubeleid. Beleidsorganisatorisch is

van belang dat ook van een planmatige toebedeling van taken, conform de verschillende functies in het milieubeleid (beleidsvoorbereiding, beleidsuitvoering, beheer/exploitatie en handhaving) geen sprake was. Figuur 2 geeft een overzicht van de feitelijke taakverdeling voor de klassieke milieucompartimenten afval, water, lucht en bodem, en laat ook zien welke beleidsfuncties niet of onduidelijk waren toebedeeld.

Figuur 1: Matrix van de overheidsfuncties inzake verwijdering vóór het decreet Bestuurlijk Beleid.

		Afval	Water	Lucht	Bodem
Beleidsvoorbereiding	*Melding*	OVAM	-	-	-
	Planning	OVAM	VMZ	-	-
Beleidsuitvoering	*Vergunning*	OVAM	VMZ	AROL	-
	Heffing	OVAM	VMZ	-	-
	Toezicht	OVAM	VMZ	AROL	-
Exploitatie/beheer		[a]	VMZ	-	-

[a] *Intercommunales voor afvalverwerking.*

Deze beleidsorganisatie bleek om verschillende redenen niet doeltreffend en niet doelmatig. In de eerste plaats was de milieuproblematiek veel complexer en omvattender dan gedacht. Daardoor moesten ook veel grotere beleidsinspanningen worden geleverd. Milieubeleid vereiste een planmatige formulering van doelstellingen, een systematische inzet van beleidsinstrumenten en een gedegen organisatie van de in te zetten personele, financiële en andere middelen. Onder meer de organisatie-audits van de VMZ en in mindere mate van OVAM, maakten duidelijk dat die grote beleidsinspanningen niet afdoende door de bestaande organisatiestructuur konden worden verzekerd. Van AROL is geen audit gemaakt, maar ook daarvoor gold dat zij de op papier beoogde organisatiecapaciteit en beleidsoutput niet werkelijk kon realiseren. Bovendien bleven de beleidsinspanningen in deze periode overwegend gericht op concrete probleembeheersing (het blussen van afzonderlijke brandhaarden) en niet of nauwelijks op planmatige beleidsvoorbereiding en -formulering. Ook de handhaving liet te wensen over. De milieubeleidsketen bleek dus verschillende uiterst zwakke schakels te bevatten.

In de tweede plaats werd duidelijk dat het nastreven van de ambitieuze, maar noodzakelijke milieudoelstellingen, behalve systematische planning van doelstellingen, ook andere middelen en instrumenten zou vereisen. In de discussie terzake trokken vooral de veel grotere financiële inspanningen voor de infrastructuur van waterzuivering de aandacht. Gegeven de achterstand van Vlaanderen op het terrein van de kwaliteit van het oppervlaktewater was die aandacht begrijpelijk. Het leidde opnieuw tot een vooral effectgerichte infrastructuur-inspanning. Tegelijkertijd verschoof geleidelijk toch ook het ingezette instrumentarium enigszins in de richting van meer economische instrumenten (zie V.2).

In de derde plaats werd duidelijk dat de gefragmenteerde en onsamenhangende wetgeving eveneens een obstakel vormde voor een doeltreffend en doelmatig milieubeleid. De ontwikkelingen rondom het decreet inzake de milieuvergunning enerzijds en de noodprocedure met het oog op de implementatie van de Europese regeling inzake milieu-effectrapportering anderzijds - beide nochtans bedoeld als instrumenten

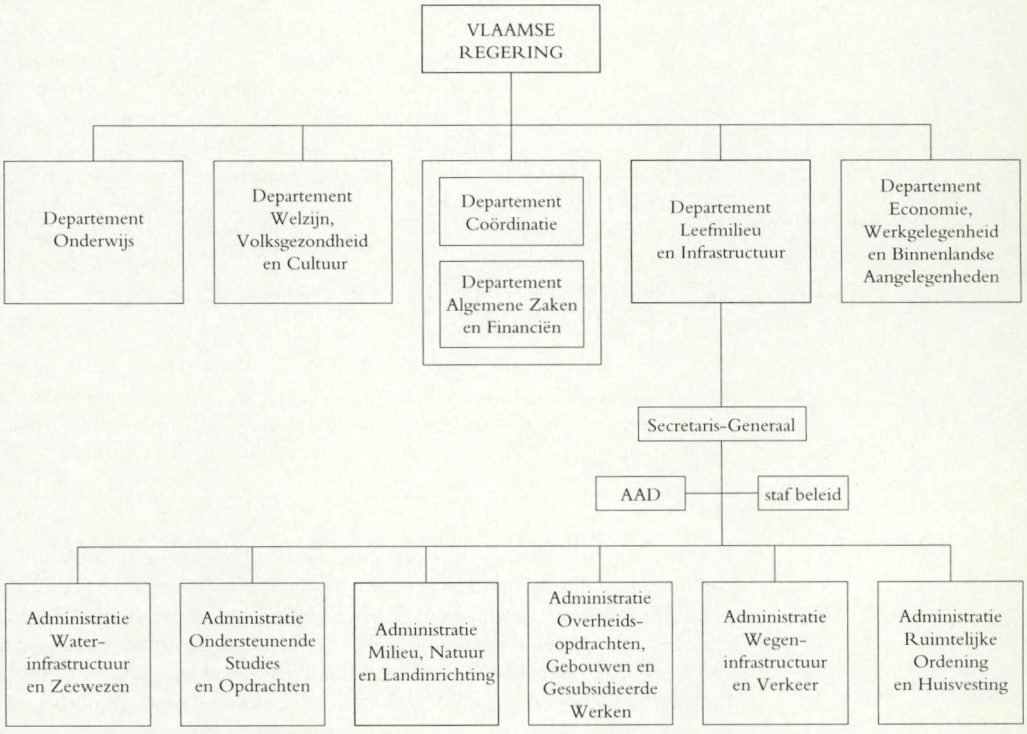
voor een meer geïntegreerd milieubeleid - maakten de noodzaak van een grondige herziening van de Vlaamse milieuwetgeving nog eens duidelijk. Zowel het in 1989 gepubliceerde MINA-plan 2000 als het in 1990 gepubliceerde Milieubeleidsplan en Natuurontwikkelingsplan voor Vlaanderen getuigen, zij het doorgaans meer impliciet dan expliciet, van deze drievoudige problematiek.

De problemen inzake milieuwetgeving waren aanleiding tot het verlenen van een opdracht aan de ICHM voor een grondige herziening van het Vlaamse milieurecht (zie V.1 Juridische instrumenten). De problemen inzake de ambtelijke organisatie leidden tot een reorganisatie van de Vlaamse (milieu-)administratie, die overigens ook noodzakelijk geworden was door de regionalisering van 1988, op grond van het decreet van 12 december 1990 betreffende het bestuurlijk beleid. Die reorganisatie leidde tot een nieuwe structuur van en een nieuwe taakverdeling binnen de Vlaamse milieu-administratie (zie hierna). Het werd noodzakelijk op zoek te gaan naar meer en andere financiële middelen. Dit leidde tot het aantrekken van privé-kapitaal voor de mede-financiering van (delen van) het Vlaamse milieubeleid; en tot de vorming van het MINA-fonds en de Vlaamse milieuholding voor de financiering van de nieuwe organisaties Aquafin en Vlar en van het eerder opgerichte Indaver.

1.2 | De huidige structuur

Op grond van het decreet van 12 december 1990 betreffende het bestuurlijk beleid en de andere genoemde beleidsontwikkelingen zijn, vanaf 1990, de ambtelijke bevoegdheden inzake leefmilieu grondig gereorganiseerd. Een groot aantal bevoegdheden werd geconcentreerd bij AMINAL, zelf weer onderdeel van het departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN) (figuur 2)

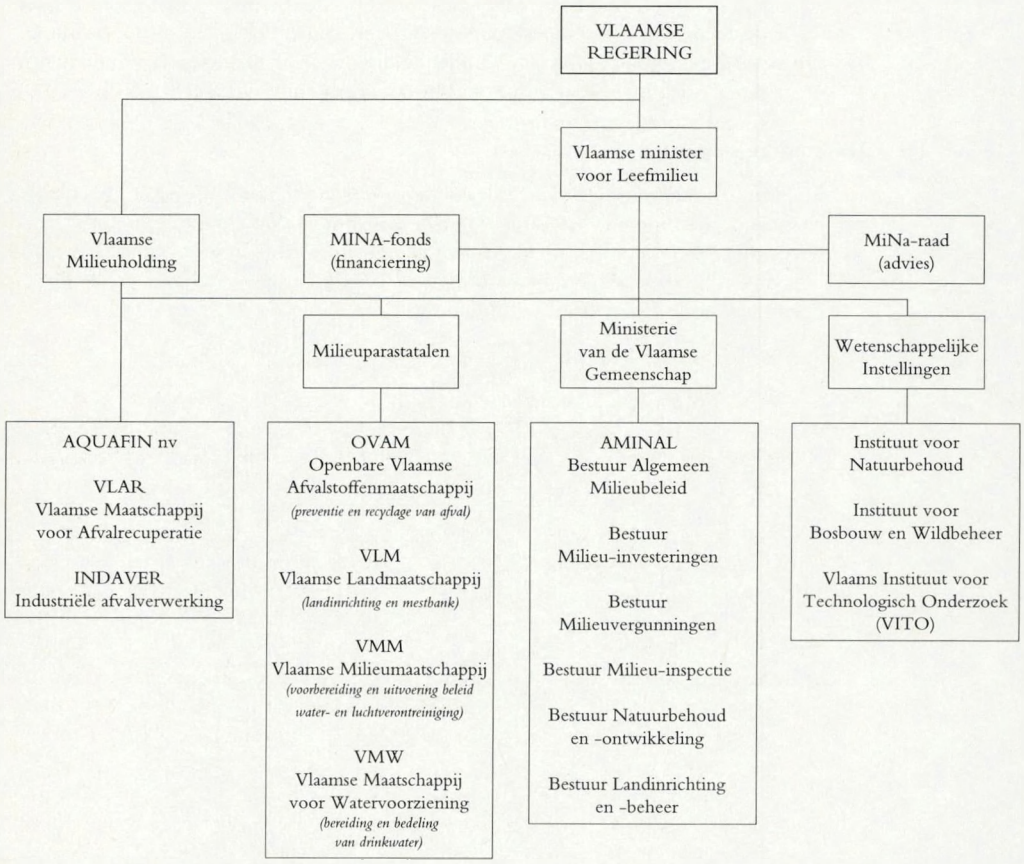
Figuur 2: AMINAL als onderdeel van het departement Leefmilieu en Infrastructuur.



Bron: AMINAL, 1992.

Naar de inhoud van de bevoegdheden (de materies) zijn binnen AMINAL nu zowat alle deelterreinen van het milieu- en natuurbeleid samengebracht. Daar staat tegenover dat de bevoegdheden inzake ruimtelijke ordening naar AROHM zijn gegaan. Wat de functionele bevoegdheden betreft, is binnen AMINAL nu de beleidsuitvoering, in het bijzonder de vergunningverlening en het toezicht op zo goed als alle milieubeleidsterreinen geconcentreerd. Inzake beleidsvoorbereiding blijven verschillende pararegionalen een belangrijke rol spelen: OVAM inzake afval, VMM inzake water en lucht (en de globale milieutoekomstverkenning), VLM inzake landinrichting en mestbank en VMW inzake bereiding en distributie van drinkwater. Bij beheer en exploitatie hebben, naast OVAM en VMM, nu ook Aquafin, Vlar en Indaver een belangrijke rol. Voor de wetenschappelijke ondersteuning wordt een beroep gedaan op de verschillende wetenschappelijke instellingen.

Figuur 3: Organisatieschema van het Vlaamse Milieu-apparaat.



Bron: VMM, 1994.

Binnen AMINAL is sprake van een indeling die deels op materiële (milieu, natuur en landinrichting), deels op functionele bevoegdheidspakketten is gebaseerd. Voor Natuurbehoud en -ontwikkeling enerzijds, voor Landinrichting en -beheer anderzijds, zijn afzonderlijke besturen opgezet. Binnen de milieu(hygiënische)materies is sprake van een taakverdeling naar beleidsfuncties: het Bestuur Algemeen Milieubeleid (met daarbinnen weer materiële indelingen) belast met de beleidsvoorbereiding, het Bestuur Investeringen, het Bestuur Vergunningen en het Bestuur Milieu-inspectie.

Vanuit een juridisch perspectief ziet de bevoegdheidsverdeling tussen de diverse federale en gewestelijke overheden er als volgt uit (op de rol van provincies en gemeenten wordt hierna terugekomen).

Als onderdeel van de beleidsstructuur moeten, naast de administratie, ook enkele adviesraden worden genoemd. Het gaat om de volgende adviesraden.

De *MiNa-raad*: een maatschappelijke adviesraad samengesteld uit vertegenwoordigers van milieu- en natuurverenigingen, werkgevers- en werknemersorganisaties, Groene Sectorraden en leden-deskundigen. De Vlaamse regering moet advies van de raad inwinnen over bepaalde zaken: met name de voorontwerpen van decreet met betrekking tot milieubescherming; de krachtlijnen met betrekking tot het te voeren milieubeleid en het daaraan verbonden begrotingsbeleid; de ontwerpen van besluiten betreffende de regels voor de erkenning en subsidiëring van milieuverenigingen. De MiNa-raad heeft initiatiefrecht voor studie en advies.

De SERV is een sociaal-economische adviesraad samengesteld uit vertegenwoordigers van de organisaties van de werkgevers, de werknemers, de middenstand en de landbouw. De SERV bevat een Commissie Milieu en Economie. Het advies moet door de Vlaamse regering verplicht ingewonnen worden over bepaalde zaken. Ook de SERV heeft initiatiefrecht voor studie en advies.

Voor de rol van beide adviesraden in het meer algemene maatschappelijke en politieke milieudebat wordt verwezen naar V.3D Maatschappelijk milieudebat.

De Groene-Sectorraden voor Natuurbehoud, Jacht, Bos en Riviervisserij zijn gespecialiseerd in specifieke, vooral 'groene' milieubeleidsterreinen.

1.3 | De huidige structuur geëvalueerd

De herschikking van de milieubevoegdheden die op grond van het decreet van 12 december 1990 betreffende het bestuurlijk beleid en de overige ontwikkelingen heeft plaatsgevonden, kan vanuit beleidswetenschappelijk perspectief als volgt worden beoordeeld.

In de eerste plaats moet worden vastgesteld dat, terwijl AROL destijds één van de administraties binnen het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap was, direct ressorterend onder de verantwoordelijke minister, AMINAL (slechts) een onderdeel is van het veel grotere departement voor Leefmilieu en Infrastructuur. Die positionering is om verschillende redenen problematisch. Ten eerste is de hiërarchische afstand van de milieu-administratie naar de minister, c.q. naar de Vlaamse regering groter geworden. De organisatiekunde leert dat signalen dan moeilijker en minder krachtig 'van onderen naar boven' door de organisatie gaan (en andersom). Dat vormt een belemmering voor de agendering en profilering van standpunten vanuit het milieubeleid. Ten tweede, belangen op het terrein van de infrastructuur, de ruimtelijke ordening, enzovoort, zijn vaak strijdig met milieu- en natuurbelangen. Een goede profilering van de strijdige belangen, juist ook in de fase van de beleidsvoorbereiding, is noodzakelijk voor de kwaliteit van het maatschappelijke en politieke debat terzake (zie V.3D), én daarmee voor de kwaliteit van het beleid. Weliswaar zijn de politieke bevoegdheden terzake verdeeld tussen verschillende ministers van de Vlaamse regering. Onzeker blijft echter hoe de afweging tijdens het proces van beleidsvoorbereiding verloopt. Gegeven de verhoudingen binnen het departement LIN inzake organisatorische omvang en sterkte, en inzake informatie en steun vanuit bepaalde maatschappelijke belangen- en cliëntgroepen, zullen milieubelangen het vaak al tijdens de beleidsvoorbereiding af moeten leggen tegen andere belangen. Ook dat is noch voor de duidelijkheid, noch voor de kwaliteit van het milieubeleid een goede zaak. Ten

Tabel 1: Bevoegdheidsverdeling tussen federaal, gewestelijk, provinciaal en gemeentelijk niveau.

Wetgevingscomplexen	Federale Regering	Federale Administratie	Vlaamse regering	Bevoegde Minister	AMINAL B.M.V.	AMINAL B.M.I.	AMINAL B.N.O.	AMINAL andere
Seveso/civiele bescherming	NPX	TI	NA	V	VX	T		
Milieuvergunningsdecreet/Vlarem	X		N	V	A	T		V
Oppervlaktewater			N	V	A	T		V
Grondwater			N	V	A	T	A	
Zeewater	NV	TIX	X					
Lucht	N	ATX	N	V	A	T		V
Bodemsanering						T		
Meststoffen		X	N	V	A	T		
Afval: niet-giftig			NP	V	A	T		
Afval: giftig en gevaarlijk			N	V	A	T		
Afval: in-, uit- en doorvoer	N	VT						
Geluid	N	T	N	V	A	T		V
Gevaarl. stof: gebruiksbeperking	NV	TIX						
Gevaarl. stof: identificatievoorschrift	N	TX						
gevaarlijke stoffen: bijzondere	N	T I		V	A	T		
Ruimtelijke ordening			NP	NPV				X
Inrichting van het platteland			N	N				X
Bossen			NP				PVAT	
Landschappen			N	NV			A	A
Duinen			N				T	
Natuurbehoud			N	VX			VT	
jacht/vogelvangst/bescherming			N	N			T	
CITES	NV	T						
niet-levende natuurl. rijkdommen			N	V	A	T		

N = verordenende bevoegdheid

P = planningsbevoegdheid

V = vergunningverlende bevoegdheid (ook erkenningen en meldingen)

A = adviserende bevoegdheid

T = toezichthoudende bevoegdheid (toezicht en controle)

I = bevoegdheid om milieuheffingen te innen

X = andere bevoegdheden (vb. wetenschappelijk onderzoek)

Bron: Centrum voor Milieurecht, RUG.

A.R.O.H.M.	O.V.A.M.	V.M.M.	V.L.M.	Aquafin	Provincie Bestendige Deputatie	Provincie Gouverneur	Gemeente Coll. Burg./Schep.	Gemeente Burgemeester	Andere Ambtenaren	Bijzondere Instellingen / Commissies
						PX		X		P
A	A	A	A	X	V		VA	T	AT	A
		PATIX		X	V		VA		T	
		I			VA		VA	T	T	
	X	X								ATX
		X			V		VA	T	T	AX
	TX									
			PATIX		V		V	T		PA
A	PATIX				V	T	VA	T	AT	A
	ATI				V	T	A	T		A
	A									
					V		VA	T	T	
										X
					V		VA	T	AT	A
PAT					VA		NPVA	T	T	A
			PX		A		A		T	NPAI
									T	AX
A					A	T	A	T		A
T							V	T		AX
VT							V	T		AX
							T	VT	T	AX
									VAT	VAT
VT			PA		V	T			T	NPATIX

derde is er, tussen verschillende, traditioneel gescheiden overheidsorganisaties, sprake van organisatie- en, belangrijker, beleidscultuurverschillen. Reeds in 1980, tijdens de vorming van de Vlaamse administratie, is gewezen op de problemen van een relatief eenzijdige professionele samenstelling van de milieu-ambtenarij. Het gevaar is niet denkbeeldig dat, door AMINAL binnen het departement LIN onder te brengen, een 'engineering approach' van het milieubeleid (weer) gaat domineren. Het nastreven van doelstellingen inzake preventief milieubeleid en het inzetten van nieuwe, meer economische en sociale beleidsinstrumenten (zie v.2 en v.3) vergt echter ook andere beleidsopvattingen en -culturen, andere beleidsdeskundigheid en daarmee ook een bredere disciplinaire samenstelling. Dat geldt in het bijzonder ook voor het ontwikkelen en uitvoeren van gebiedsgericht milieubeleid, doelgroepenbeleid, enz..

In de tweede plaats is er de inhoudelijke en functionele taakverdeling binnen het milieubeleid. Tabel 1 maakte al duidelijk dat de materiële bevoegdheidsverdeling bepaald niet eenvoudig is. Analoog aan figuur 1, vat figuur 4 de stand van zaken samen die na het decreet betreffende het bestuurlijk beleid is ontstaan, en dan vanuit het perspectief van de verschillende beleidsfuncties (beleidsvoorbereiding, -uitvoering en beheer/exploitatie).

Figuur 4: Matrix van de gecreëerde overheidfuncties inzake verwijdering na het Decreet Bestuurlijk Beleid.

		Afval	Water	Lucht	Bodem
Beleidsvoorbereiding	*Meetnetten*	-	VMM	VMM	-
	Melding	OVAM	-	-	-
	Planning	OVAM	VMM	-	-
Beleidsuitvoering	*Vergunning*	AMINAL + OVAM	AMINAL +VMM	AMINAL + VMM	AMINAL + VLM
	Heffing	OVAM	VMM	VMM	-
	Toezicht	AMINAL + OVAM	AMINAL	AMINAL	AMINAL
Exploitatie/beheer		V.M.H. gemeente + intercommunales	AQUAFIN + VMM	-	-

De instrumenten gericht op voorkoming zijn gedeeltelijk potentieel aanwezig in: (1) de planning en milieuheffing en (2) de bij OVAM gecreëerde functies inzake audits, milieuzorgsystemen en beleidsovereenkomsten.

Uit figuur 4 valt, ook in vergelijking met figuur 1, het volgende te concluderen. Vanuit beleidsinhoudelijk perspectief heeft de reorganisatie vooral geleid tot een bundeling van beleidsuitvoerende taken (vergunningverlening en toezicht) voor meerdere milieucompartimenten bij AMINAL. Uit het oogpunt van de inhoudelijke integratie binnen het milieubeleid (interne integratie) is dat een positieve ontwikkeling. Toch blijft het Vlaamse milieubeleid nog sterk de sporen dragen van de sectorale of compartimentele fragmentering. Dat komt ook omdat de strategie-ontwikkeling en beleidsuitvoering op sommige sectorale deelterreinen (bv. afval, waterzuivering, enz.) verder gevorderd zijn dan op sommige andere deelterreinen (bv. lucht, geluid, enz.). Dergelijke fase-verschillen staan evenwichtige integratie van het milieubeleid vooralsnog in de weg. De externe integratie van het milieubeleid, dit is, de afstemming met beleidsvelden als de ruimtelijke ordening, het verkeersbeleid, het energiebeleid, enz., is nog veel problematischer. Vanuit beleidsorganisatorisch perspectief moet bovendien worden vastgesteld dat de reorganisatie niét heeft geleid tot een betere functionele taakverdeling, anders gezegd, tot de organisatorische versterking van de opeenvolgende schakels van de milieubeleidsketen (monitoring bestaande situatie, doelstellingenformulering, uitvoering, monitoring nieuwe situatie).

Vooral op twee punten rijzen problemen en vragen. Ten eerste is de huidige structuur van de bevoegdheden niet bevorderlijk voor het totstandkomen van een geïntegreerde formulering van milieukwaliteitsdoelstellingen (bijvoorbeeld bepaald in een geïntegreerd milieubeleidsplan) en zelfs niet voor een stelsel van sectorale doelstellingenformulering en planning. Hiervoor is de relevante informatie en deskundigheid, zowel wat betreft de huidige stand van zaken als wat betreft de doelstellingen, de middelen, enz., te versnipperd georganiseerd. Evenmin is niet voorzien in een organisatorische vormgeving voor de voortdurende terugkoppeling van monitoring(functies) naar beleidsuitvoering en vice versa.

Een soortgelijk probleem zit, ten tweede, ook aan de andere kant van de cyclus. Daar rijzen vooral vragen naar de koppeling tussen beleidsdoelstellingen en beheer/exploitatie. Als immers niet (voldoende) is voorzien in geïntegreerde en zo precies mogelijk geformuleerde milieukwaliteitsdoelstellingen en beleidsstrategieën, bestaat het risico dat beheer/exploitatie de doelstellingen, prioriteiten en strategieën van het milieubeleid gaan bepalen. Een voorbeeld kan dit risico illustreren. In de sector afvalverwijde-

ring is het dilemma van de capaciteitsplanning bekend: afvalverwijderingsbeleid moet aan de ene kant voldoende capaciteit voorzien, om diffuse verspreiding van afval te voorkomen; aan de andere kant moet de capaciteit zo krap berekend worden dat er voldoende druk richting preventie en recycling bestaat/blijft bestaan. Afvalverwijderingsbedrijven, om het even of zij particulier of overheidsgedomineerd zijn, neigen uiteraard voortdurend naar de eerste beleidsstrategie, waardoor zij, bedoeld of onbedoeld, de tweede onmogelijk maken. Een soortgelijk dilemma doet zich ook op andere milieubeleidsterreinen, bijvoorbeeld waterzuivering voor. In de mate dat beheer en exploitatie niet vanuit heel precieze output- én kwaliteitsdoelstellingen worden gestuurd, is het risico groter dat de doelstellingen van het beleid terzake feitelijk door de financiers, leveranciers en exploitanten van de infrastructuur zullen worden bepaald. Dat komt omdat beheerders/exploitanten belang hebben bij grotere omzet- en outputcijfers. Dit betekent echter een voortzetting van de effectgerichte aanpak, en een feitelijke ontmoediging van het brongerichte en procesgeïntegreerde milieubeleid.

Kortom, versterking van de opeenvolgende schakels van de milieubeleidsketen en nauwgezet toezicht op de schakeling daartussen is voor de doeltreffendheid en doelmatigheid van het milieubeleid van essentieel belang. De reorganisatie op grond van het decreet van 12 december 1990 betreffende het bestuurlijk beleid heeft onvoldoende aan die versterking bijgedragen. Op dit ogenblik krijgt, in het kader van het zogeheten Homogene Organisatie OntwikkelingsPlan (HOOP), een nieuwe reorganisatie van het Vlaamse (milieu)beleidsapparaat gestalte. De uitkomsten daarvan zijn nog niet precies te overzien. Toch is de indruk dat aan deze reorganisatie niét de hiervoor genoemde uitgangspunten van inhoudelijke en functionele integratie van het milieubeleid ten grondslag liggen. Het is bovendien de vraag of deze nieuwe reorganisatie in lijn is met de organisatorische consequenties die, zij het ook nog deels impliciet, aan de voorstellen van de ICHM vastzitten.

1.4 | Aanbevelingen

We kunnen hier geen kant-en-klare organisatiestructuur voor de Vlaamse milieuadministratie schetsen. Op grond van de uitgangspunten voor een doeltreffend en doelmatig milieubeleid die hiervoor en in andere hoofdstukken van dit rapport naar voren zijn geschoven, kunnen wel een aantal aanbevelingen worden geformuleerd.

1. Voor een goede ontwikkeling van het milieu- en natuurbeleid in Vlaanderen is het noodzakelijk over een goed uitgebouwd en bemiddeld bestuurlijk apparaat te beschikken dat zelfstandig is. Het milieubeleid vergt de ontwikkeling van een eigen probleembenadering, de formulering van eigen doelstellingen, de ontwikkeling van eigen strategieën en instrumenten, enzovoort. Daarom is een ambtelijke organisatie, met een multidisciplinaire samenstelling en een brede deskundigheid absoluut onmisbaar. De organisatie moet ook volledig zelfstandig functioneren omdat ze met alle andere belangrijke beleidsorganisaties in overleg moet treden en samenwerken om het integraal beleid gestalte te geven. Zo moet met landbouw, verkeer en vervoer, energie, ruimtelijke ordening, economie, openbare werken, enz. een gepaste verstandhouding worden gevonden. Dit kan niet als milieu en natuur onder de vleugels van één van deze materies worden gestopt. Zo staat de onderbrenging van het Vlaamse milieubeleidsapparaat bij het departement Infrastructuur een werkelijke emancipatie van het Vlaamse milieubeleid in de weg.
2. De voorstellen van de ICHM inzake het milieu- en natuurrapport en milieubeleidsplanning, inzake de instrumentering (convenanten, heffingen, enz.), en inzake de herziening van de sectoraal gefragmenteerde wetgeving dienen op korte termijn een decretale basis te krijgen. Daarmee zal het Vlaamse milieubeleid een gemoderniseerde wetgevende structuur krijgen, die de basis vormt voor een eveneens gemoderniseerde beleidsinhoud.

3. Met het oog op de inhoudelijke integratie van het Vlaamse milieubeleid is behoefte aan nieuwe, integrale probleembenaderingen en beleidsstrategieën. Dat zal, paradoxaal genoeg, in eerste instantie een versterking vereisen van sommige, in hun ontwikkeling relatief achtergebleven beleidssectoren zoals lucht, geluid en grondwaterbescherming. Voor dit type sectoren en beleidsvelden is dringend behoefte aan gedegen probleemanalyses, aan doelstellingenformulering, strategie-ontwikkeling en uitvoering.
4. Beleidsstrategisch gezien is in het Vlaamse milieubeleid nog steeds sprake van een sterke dominantie van sectorale probleemdefinities en van effectgerichte strategieën. Modern milieubeleid vergt andere, meer geïntegreerde en vooral ook meer brongerichte probleemdefinities en doelstellingen (zoals bijvoorbeeld in een doelgroepenbenadering), en vergt andere, minder op infrastructuur en fysieke regulering gerichte strategieën en instrumenten. De reorganisatie van het Vlaamse milieubeleidsapparaat, de taakverdeling tussen de verschillende organisatie-eenheden, inclusief de pararegionalen, de private bedrijven en de lagere overheden dient vanuit dat perspectief te worden aangepakt.

2 | Internationaal, Europees en federaal niveau

Wij geven kort weer hoe het Vlaamse milieubeleid binnen het federaal, Europees en internationaal milieubeleid kadert.

2.1 | Internationaal niveau

Het internationaal milieubeleid wordt geschraagd door een aantal algemene beginselen (cfr. de Verklaringen van Stockholm (1972) en Rio (1992)), die uitgangspunt zijn voor de concrete handelingen van staten, ook van de Vlaamse overheid. De door de Vlaamse overheid te hanteren beginselen zijn in ieder geval die beginselen die ook deel uitmaken van het internationaal en Europees milieubeleid. In het EG-Verdrag worden de volgende beginselen vermeld: preventief handelen, het voorzorgsbeginsel, het beginsel dat de milieu-aantastingen bij voorbaat aan de bron dienen te worden bestreden en het beginsel dat de vervuiler betaalt. Het begrip duurzame ontwikkeling is internationaal als uitgangspunt van milieubeleid aanvaard. Het vormt dan ook een uitgangspunt van het Vlaamse milieubeleid.

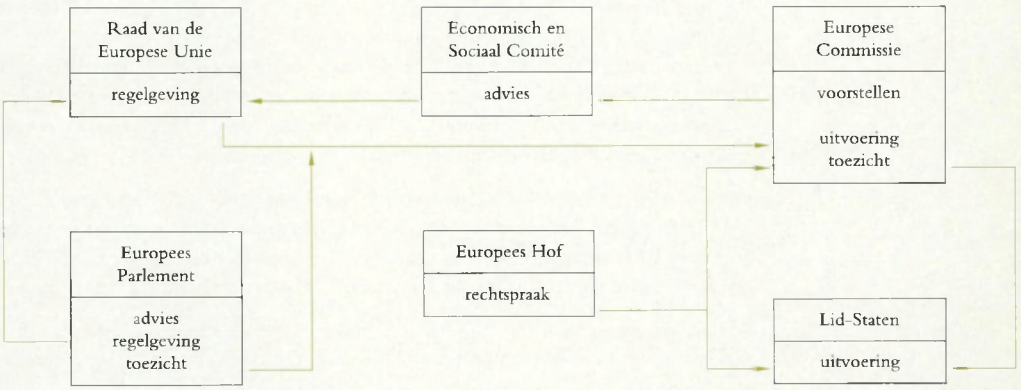
De samenwerking tussen overheden wordt meestal gecoördineerd door bestaande organisaties zoals de Verenigde Naties en bepaalde gespecialiseerde organisaties, de ECE bij de VN, de Raad van Europa, de OESO, de Benelux en de Europese Unie (EU). Samenwerking tussen landen kan tevens tot stand komen binnen een nieuwe, door een verdrag gecreëerde structuur. Voorbeelden zijn de Commissies van Oslo en Parijs en de Consultatieve vergadering van het verdrag van London (1972) die beslissingen nemen voor de voorkoming van verontreiniging van de zeeën. Het geografisch toepassingsgebied van het verdrag van London is ruimer dan dat van de Commissies van Parijs en Oslo. De Noordzeeconferenties zijn niet gegroeid uit een verdrag, maar politieke vergaderingen van ministers die de internationale consensus over specifieke problemen in het mariene milieu aanscherpen. De ministeriële Noordzeeverklaringen zijn vormen van regelgeving die minder bindend zijn als men van wetgeving normaliter verwacht ('soft law'). Het internationale milieubeleid kent dus verschillende institutionele en juridische regimes.

2.2 | De Europese Gemeenschap

Het milieubeleid van de Europese Gemeenschap

De EG is in principe bevoegd voor alle milieumateries. Figuur 5 schetst de organen die rechtstreeks invloed hebben op het milieubeleid. Het milieubeleid van de EG wordt voorbereid door de Europese Commissie. Het Economisch en Sociaal Comité geeft advies over de voorstellen van de Europese Commissie aan de Raad van de Europese Unie. De rol van het Europees Parlement in de besluitvorming (advies of regelgeving) is verschillend naar gelang de besluitvormingsprocedure die gevolgd moet worden. De Europese Commissie is belast met de uitvoering van de besluiten van de Raad en het toezicht hierop. Het Europees Parlement houdt toezicht op deze uitvoering door de Europese Commissie. Het Europees Hof staat in voor de rechtspraak (interpretatie en toezicht op de uitvoering).

Figuur 5: EG-instellingen en -bevoegdheden van belang voor het milieubeleid.



De bevoegdheden van de Europese Gemeenschap (EG) inzake milieubeleid zijn geen exclusieve bevoegdheden van de EG, zodat het subsidiariteitsbeginsel van toepassing is. Het subsidiariteitsbeginsel betekent dat een maatregel slechts op Europees niveau genomen wordt als die maatregel niet even doeltreffend en doelmatig op lager bestuurlijk niveau (in casu dat van de Lid-Staten) kan worden genomen.

De *juridische instrumenten* die de EG-instellingen tot hun beschikking hebben, zijn de volgende.

- De *verordening* heeft een algemene strekking, is rechtstreeks toepasselijk in alle Lid-Staten en is verbindend in al haar onderdelen. Dit instrument wordt in beperkte mate gebruikt in de EG-milieubeleidsvoering. Het transport van afvalstoffen binnen, naar en uit de Europese Gemeenschap is door een verordening geregeld.
- De *richtlijn* is verbindend ten aanzien van het te bereiken resultaat voor elke Lid-Staat waarvoor ze bestemd is. De richtlijn moet omgezet worden in de interne rechtsorde van de Lid-Staat. In België worden de richtlijnen, afhankelijk van de materie, omgezet in de federale wetgeving, in de gewestelijke wetgeving of in beide. Vooral dit instrument wordt gebruikt in het EG-milieubeleid.
- De *beschikking* heeft een specifieke strekking: zij is verbindend in al haar onderdelen voor degenen tot wie zij uitdrukkelijk gericht is.
- De *aanbeveling* is een niet verbindend standpunt van de Raad of van de Commissie.

De *milieuactieprogramma's* van de EG zijn politieke beleidsverklaringen, waarin de hoofddoelstellingen van het EG-milieubeleid worden geformuleerd. Momenteel loopt

het vijfde milieuactieprogramma. Een milieu-actieprogramma geeft de hoofdlijnen van het beleid aan en vormt dus het kader waarbinnen onder meer richtlijnen ontstaan. Aan de vijf opeenvolgende actieprogramma's lagen telkens dezelfde uitgangspunten ten grondslag. Opvallende verschuivingen zijn: (a) een stelselmatige uitbreiding en precisering van het milieubeleidsterrein, en (b) een stelselmatige verruiming van het beleidsinstrumentarium. Wat dit laatste betreft: naast het klassieke, juridische instrumentarium voorziet het vijfde milieu-actieprogramma nadrukkelijk in de toepassing van economische of marktconforme instrumenten, en in de ontwikkeling en toepassing van communicatieve instrumenten, in het bijzonder via het doelgroepenbeleid. Deze beide beleidsontwikkelingen zijn internationaal en ook in Vlaanderen aan de gang.

De *besluitvorming* op EG-niveau gebeurt door de Raad, de Raad en het Europees Parlement gezamenlijk of door de Commissie (figuur 5). Er zijn vier mogelijke procedures:

1) De *Raad beslist alleen* met eenparigheid van stemmen, na advies van het Europees Parlement en het Economisch en Sociaal Comité. Deze procedure is van toepassing voor bepalingen van in hoofdzaak fiscale aard; maatregelen betreffende ruimtelijke ordening, bodembestemming met uitzondering van afvalstoffenbeheer en maatregelen van algemene aard, en kwantitatief waterbeheer; en maatregelen betreffende energiebronnen en energievoorziening.

2) *Samenwerkingsprocedure*. De Raad beslist met gekwalificeerde meerderheid na advies van het Europees Parlement en het Economisch en Sociaal Comité en nadat het Europees Parlement een tweede lezing heeft gehad van het voorstel. Deze procedure is van toepassing voor kwalitatieve maatregelen betreffende milieu en natuur.

3) *Medebesluitvormingsprocedure*. De Raad en het Europees Parlement beslissen samen na advies van het Economisch en Sociaal Comité. Deze procedure is van toepassing voor maatregelen die economische harmonisatie nastreven op Europees niveau; die vooral betrekking hebben op produktnormen; en die bestemd zijn voor algemene milieuactieprogramma's.

4) *De Commissie beslist alleen* ter uitvoering van bestuurstaken die opgedragen worden door de Raad. Dit betreft onder meer de technische aanpassingen van Europese wetgeving in tegenstelling tot beleidsmatige wijzigingen.

Tenuitvoerlegging van het EG-milieubeleid

De Lid-Staten worden geacht de communautaire wetgeving toe te passen. De federale overheid en het Vlaamse Gewest moeten de richtlijnen voor de materie van hun bevoegdheid omzetten in de eigen wetgeving binnen de voorziene termijn en in de vereiste vorm van wettelijke, reglementaire of administratieve maatregelen. De juridische instrumenten die daarvoor gekozen worden, moeten voldoen aan drie vormvoorwaarden:

- ze mogen geen mogelijkheid van eenzijdige wijziging door lokale autoriteiten en geen delegatie van macht inhouden;
- ze moeten bindende kracht hebben;
- ze moeten gepubliceerd worden in het Belgisch Staatsblad zodat ze rechten kunnen doen ontstaan voor de burgers in het algemeen.

Deze voorwaarden zijn ontstaan uit de rechtspraak van het Europees Hof, over de vraag in welke mate administratieve omzendbrieven en andere beleidsdocumenten met juridisch onduidelijke status een voldoende basis waren voor 'omzetting'. Over vormvoorwaarden voor het gebruik van milieuconvenanten voor de omzetting van richtlijnen hebben noch de Commissie, noch het Hof een standpunt ingenomen.

Niettemin gebruikten diverse landen dit sociale instrument bij de omzetting van de richtlijn betreffende drankverpakkingen. Dit instrument werd uitdrukkelijk vermeld in deze richtlijn.

Het volstaat niet EG-maatregelen intern te formaliseren. Zij moeten ook werkelijk worden uitgevoerd. Het Centrum voor Milieurecht van de Universiteit Gent maakte een studie over de omzetting van de milieu-richtlijnen van de EG in het Vlaamse Gewest (zie V.1 Juridische instrumenten).

De Commissie controleert:

- het tijdig omzetten van richtlijnen in de interne rechtsorde;
- het juist omzetten van richtlijnen naar vorm en inhoud;
- de praktische toepassing van de EG-milieuwetgeving in de Lid-Staten.

Wanneer een Lid-Staat in gebreke blijft voor de omzetting en naleving van richtlijnen kan de Commissie de zaak aanhangig maken bij het Hof. De procedure bij de Commissie is confidentieel en verloopt als volgt:

- brief aan de Lid-Staten om inlichtingen en antwoord daarop van de Lid-Staat;
- ingebrekestelling en antwoord van de Lid-Staat;
- met redenen omkleed advies en antwoord van de Lid-Staat;
- zaak aanhangig maken bij het hof.

De procedure bij het Hof is openbaar en het arrest kan een veroordeling van de Lid-Staten inhouden. De interpretatie van Hof over het EG-milieurecht is bindend. Bij veroordeling van een Lid-Staat moet de Commissie nagaan of het arrest uitgevoerd wordt.

Evaluatie van de naleving van het EG-milieubeleid door de lidstaten

De Lid-Staten moeten de uitvoeringsmaatregelen die de EG-richtlijnen omzetten, mededelen aan het Secretariaat-Generaal van de Europese Commissie binnen de vastgestelde termijn. Het gebeurt dat een Lid-Staat dit niet doet, maar dat is gemakkelijk te controleren. De controle op de praktische toepassing van de EG-milieuwetgeving in de Lid-Staten is evenwel moeilijker en de Commissie moet zich hiervoor vooral baseren op de ingediende klachten en de parlementaire vragen daaromtrent.

De kern van het probleem van de omzetting van Europese richtlijnen in nationale wetgeving is (a) het gebrek aan infomatie-uitwisseling tussen nationaal en Europees niveau en (b) het feit dat het Europese niveau, bij verkeerde omzetting, feitelijk slechts ingrijpt (en kan ingrijpen) op basis van klachten (van burgers, niet-gouvernementele organisaties). Voor België komt hier een derde specifiek probleem bij: de verhouding tussen federaal en gewestelijk niveau. Voor de aanpak van het eerste probleem ligt de opslossing in het creëren van structurele informatie-uitwisseling en geregeld overleg. Sedert 1990 vindt er jaarlijks een overlegvergadering plaats tussen de Commissie en België. Voor het tweede probleem ligt de oplossing wellicht in het geven van meer toezichthoudende bevoegdheden aan de Commissie. Tot nader order zien de nationale toezichthoudende instanties immers zelf toe op de toepassing van de Europese regelgeving. De noodzakelijke overdracht van toezichthoudende bevoegdheden is echter slechts op langere termijn haalbaar. Paragraaf 3.2. behandelt de mogelijkheden voor aanpak van het derde probleem.

Een veroordeling door het Hof betekent tot op heden dat de Lid-Staat enkel een morele veroordeling oploopt, aangezien er geen sanctie uitgesproken wordt. De Lid-Staat die veroordeeld werd omdat het Europees recht niet juist toegepast werd, zou de nodige maatregelen moeten nemen om zich aan te passen aan de Europese wetgeving. De uitvoering van het arrest is echter volledig afhankelijk van de politieke wil van de veroordeelde Lid-Staat. Het Verdrag betreffende de Europese Unie heeft de

mogelijkheid ingevoerd dat de Europese Commissie aan het Hof kan vragen de Lid-Staat die nalaat een arrest uit te voeren, te veroordelen tot het betalen van een dwangsom of forfaitaire som.

2.3 | Federaal niveau

Met de bijzondere wetten en de gewone wet van 16 juli 1993 werd het Sint-Michielsakkoord uitgevoerd en België omgevormd tot een federale staat. De bevoegdheden van de gewesten en de federale overheid werden herschikt. De gewesten hebben een internationale bevoegdheid.

Bevoegdheden

De belangrijkste bevoegdheden van de federale overheid (tabel 1) zijn:

- de bescherming tegen ioniserende stralingen en de problematiek van het radio-actief afval;
- de doorvoer van afval (tot 7 mei 1994 ook de in- en uitvoer);
- het vaststellen van produktnormen (met inbegrip van het ecolabel); bij het ontwerpen van deze normen moeten de regeringen van de Gewesten betrokken worden;
- het vaststellen van milieutaksen op in verbruik gebrachte milieuschadelijke produkten; wijzigingen zijn onderworpen aan het akkoord van de Gewestregeringen;
- de bescherming van de Noordzee: de bevoegdheid van het Vlaamse Gewest houdt op aan de kustlijn (laagwaterlijn), de federale overheid is bevoegd gebleven voor de bescherming van het Noordzeemilieu (bv. storten en verbranden van afval op zee); aangezien het grootste gedeelte van de zeeverontreiniging afkomstig is van het land (rivieren, lucht, rechtstreekse lozingen) is het duidelijk dat de federale overheid hier weinig vermag te doen zonder de Gewesten nauw te betrekken bij deze problematiek;
- de in-, uit- en doorvoer van uitheemse plantesoorten, diersoorten en hun krengen en de vervaardiging, het bezit en de handel in jachtwapens;
- de arbeidsveiligheid en -hygiëne;
- de civiele bescherming (rampenplanning en gecoördineerd optreden van hulp- en interventiediensten bij milieurampen);
- wetenschappelijk onderzoek in het kader van internationale programma's of dat de belangen van de Gewesten overschrijdt, op advies van de Federale Raad voor Wetenschapsbeleid;
- het sluiten van gemengde en federale verdragen: een samenwerkingsakkoord preciseert de procedure voor de gemengde verdragen;
- het Europees milieubeleid: de federale overheid moet overleg plegen met de regeringen van de Gewesten over de voorbereiding en de opvolging van de Europese besluitvorming; zij kunnen via een samenwerkingsakkoord de bevoegdheid krijgen België te vertegenwoordigen in de Raad; de federale overheid heeft in bepaalde gevallen een substitutiebevoegdheid.

Coördinatie tussen de federale overheid en de gewesten

Interministeriële Conferentie Leefmilieu: binnen dit overlegorgaan wordt maandelijks vergaderd tussen de federale en gewestelijke ministers bevoegd voor leefmilieu. Tijdens die vergaderingen worden de punten besproken waarvoor coördinatie tussen de gewesten en de federale overheid noodzakelijk is.

Coördinatievergaderingen Leefmilieu: dit zijn wekelijkse coördinatievergaderingen van federale en gewestelijke ambtenaren en medewerkers van de kabinetten bevoegd voor leefmilieu. Op die vergaderingen worden praktische afspraken gemaakt waar coördinatie tussen de gewesten en de federale overheid nodig of wenselijk is; worden de voorbije en toekomstige vergaderingen in de Raad besproken; en worden de vergaderingen van de Interministeriële Conferenties Leefmilieu voorbereid.

Evaluatie van de coördinatie

Bij de coördinatieproblematiek zijn volgende kernvragen aan de orde. De eerste gaat over de vraag wie België en zijn deelstaten zal, kan en moet vertegenwoordigen op het internationale forum. Daarover zullen gewesten en federale staat een algemeen samenwerkingsakkoord moeten sluiten, dat de rol van federale staat en deelstaten regelt bij de voorbereiding en de vaststelling van internationaal milieubeleid. Zo'n samenwerkingsakkoord in algemene zin laat onverlet dat er, voor specifieke materies, ook nog bijzondere afspraken over de taak- en bevoegdheidsverdeling gemaakt zullen moeten worden. Dat geldt bijvoorbeeld voor de weinig scherpe bevoegdheidsverdeling inzake produktnormen (federale staat) en afval (gewest).

Een tweede kernvraag betreft de uitvoering van internationaal milieubeleid en het toezicht daarop. Of: wat moet er gebeuren als België, in EU- of ander internationaal verband, veroordeeld wordt voor de niet-uitvoering van milieubeleid waarvoor de gewesten bevoegd zijn - of (later) eventueel andersom? Het substitutieprincipe, waarbij de staat België in de plaats treedt van de gewesten kan niet worden toegepast, als de federale staat noch de jure, noch de facto de bevoegdheid heeft om de gewesten terzake iets op te leggen. Ook op dit punt zijn dus, zowel in algemene zin als voor bijzonder materies, afspraken noodzakelijk.

3 | Lagere overheden

Voor een succesvol milieubeleid is het gewest in belangrijke mate afhankelijk van de medewerking van de lagere overheden, provincies en gemeenten. Dat geldt zeker voor de uitvoering van een aantal milieubeleidstaken. Daarnaast hebben de lagere overheden ook een eigen beleidsruimte. Hierna zullen we in het kort ingaan op de belangrijkste gegevens, knelpunten en mogelijkheden om het milieubeleid van de lagere overheden bij te sturen.

3.1 | Provincies

De provincies hadden tot voor kort nauwelijks een 'eigen' milieubeleid, maar vormden een belangrijke administratieve schakel bij de uitvoering, in het bijzonder de vergunningverlening. De laatste tijd is echter duidelijk geworden dat de provincie wel degelijk een eigen rol te vervullen heeft in het milieubeleid. Aan die rol kunnen, analytisch, twee hoofdtaken worden onderscheiden: doorgeefluik en coördinator. Gezien als schakel tussen gewest en gemeente (langs de verticale as) heeft de provincie vooral een rol als doorgeefluik, zowel 'van boven naar onder' als andersom. Dit betekent dat de provincie zorgt voor de 'vertaling', de operationalisering van gewestelijke beleidsmaatregelen naar de gemeenten. Informatie, voorlichting en ondersteuning zijn daarbij belangrijke kernactiviteiten. Naast deze veeleer logistieke ondersteuning, kunnen de provincies ertoe bijdragen dat het milieubeleid van afzonderlijke gemeenten op een regionale schaal ook inhoudelijk wordt gecoördineerd. Andersom moeten provincies zorgen voor een zodanige beleidsruimte in allerlei gewestelijke plannen en maatregelen, dat er voldoende ruimte blijft voor afstemming op specifieke lokale omstandigheden, voor lokaal maatwerk. Langs de horizontale as heeft de provincie vooral een coördinerende taak: het zorgen voor afstemming tijdens de beleidsuitvoering in de provincie, tussen onder meer het milieu- en het natuurbeleid, het milieu- en het ruimtelijke ordeningsbeleid, het milieu- en het verkeersbeleid, enzovoort. Juist deze extern geïntegreerde beleidsvoering vereist vaak een bovengemeentelijk schaalniveau.

De nieuwe milieubeleidstaken van de provincies zijn ten dele vastgelegd in het convenant dat het gewest met de provincies heeft gesloten. Provincies zijn gehouden (a)

een coördinator voor milieubeleid en een coördinator voor natuurbeleid aan te stellen, (b) een beleidsnota inzake de coördinatie van het provinciale milieu- en natuurbeleid op te stellen en (c) een verslag te maken over de stand van zaken met betrekking tot de gemeentelijke milieubeleidsnota's. De eerste provinciale milieubeleidsnota's geven een overzicht van wat er op provinciaal niveau aan diensten, mensen, middelen en mogelijkheden aanwezig is. Gezien de vele onduidelijkheden over de beoogde splitsing van de provincie Brabant per 1 januari 1995 zal het voor deze provincie extra moeilijk zijn een goed overwogen nota over het provinciale milieubeleid voor te bereiden. Uit de inventarisaties en voornemens in de verslagen die voorliggen blijkt dat het provinciale milieubeleid nog aan het prille begin van een lange ontwikkeling staat. Mensen, middelen, organisatie en deskundigheid zijn nog onvoldoende op deze nieuwe taken berekend. Toch zijn, bijvoorbeeld in Oost-Vlaanderen (gebiedsgericht milieubeleid in de Kanaalzone) en Limburg (afstemming milieu- en natuurbeleid) hoopgevende initiatieven genomen. De coördinerende rol van de provincies wordt, behalve doordat deze beleidstaak nieuw is, ook gehinderd door onvoldoende afstemming op gewestelijk niveau binnen het milieubeleid en tussen het milieu- en het natuurbeleid, het milieu- en het ruimtelijke ordeningsbeleid, enz.. De gebrekkige interne en externe integratie op gewestelijke niveau brengt ook de mogelijkheden van de provincies terzake in het gedrang. Het gewest kan de coördinatie- en integratietaak niet geheel aan de provincies doorschuiven. Kortom, voor het maken van geïntegreerde provinciale milieubeleidsplannen, zoals ook door de ICHM voorzien, vormt de hiervoor al bepleite integratie op gewestelijk niveau een conditio sine qua non.

Langzamerhand geven de provincies, zij het op uiteenlopende wijze en op verschillende beleidsterreinen, ook vorm aan hun rol als doorgeefluik richting gemeenten. In Antwerpen poogt men vanuit het PIH (Provinciaal Instituut voor Hygiëne) de gemeente de helpende hand te bieden bij het inventariseren van de milieuproblematiek. In Limburg worden gemeenten, vanuit de provincie en enkele specifieke organisaties, en via intercommunales, begeleid bij het ontwikkelen van hun Gemeentelijk NatuurOntwikkelingsPlan (GNOP). Het zijn slechts voorbeelden van concrete coördinatie-initiatieven, waardoor informatie (over inventarisatiemethoden, over beleidsformulering, over beleidsuitvoering, enz.) wordt uitgewisseld. Een en ander kan de doeltreffendheid en doelmatigheid van het milieubeleid ten goede komen.

Op vergelijkbare wijze is het overleg tussen provincies, zoals vorm gegeven in het IPO (Interprovinciaal Overleg), voor het milieubeleid van belang. Provincies kunnen daar, zowel onderling als met vertegenwoordigers van gewest en gemeenten, de knelpunten rondom hun coördinatietaak bespreken. Ook de wijze waarop provincies (en gemeenten) voldoende beleidsruimte kunnen creëren om een aangepast milieubeleid te kunnen voeren, behoren daarbij aan de orde te zijn.

3.2 | Gemeenten

In de organisatie en taakverdeling van het Belgische/Vlaamse milieubeleid hadden gemeenten tot voor kort een beperkte, ook vooral administratief ingevulde taak. Ook hierin is de laatste tijd verandering gekomen. Van gemeenten wordt niet alleen meer verwacht dat zij het gewestelijk milieubeleid uitvoeren, maar ook een eigen, actief milieu- en natuurbeleid. Ook die nieuwe taken zijn ten dele in twee convenanten vastgelegd die door bijna alle gemeenten zijn ondertekend.

In het convenant tussen gemeenten en Vlaams Gewest gaat het om taken inzake milieu- en natuurbeleid in het algemeen. Kort samengevat gaat het om de volgende taken:

- het oprichten van een gemeentelijke adviesraad voor milieu en natuur, een plaatselijke MiNa-raad;
- het oprichten van een milieudienst die ofwel één lid heeft dat voldoet aan de bepalingen betreffende de controlebevoegdheid vastgesteld in VLAREM ofwel aansluit bij een intercommunale dienst voor milieu ofwel beide tegelijk;
- het opmaken van een inventaris van de beschikbare gegevens over het milieu en de natuur in de gemeente;
- het uitvoeren van een grondig onderzoek naar de staat van het milieu en de natuur in de gemeente;
- het opmaken van een jaarlijkse beleidsnota voor de duur van het convenant met betrekking tot het gemeentelijk milieu- en natuurbeleid;
- het aantonen dat de toelagen van de regering werden aangewend voor de intiatieven inzake het gemeentelijk milieu- en natuurbeleid;
- het jaarlijks invullen van een enquêteformulier aangaande de toestand en de evolutie van het gemeentelijk milieu- en natuurbeleid.

In het convenant tussen gemeenten en OVAM gaat het in het bijzonder om taken met betrekking tot het gemeentelijk afvalstoffenbeleid, meer in het bijzonder de selectieve inzameling, de verwerking en de afzet van afval, en de sensiblisering van de bevolking. De gemeenten moeten de selectieve inzameling van groenten-, fruit- en tuinafval, van klein gevaarlijk afval, van droge recycleerbare materialen en de uitbouw van een containerpark plannen en verwezenlijken. De gemeenten die de bijzondere overeenkomst niet ondertekenen, komen niet in aanmerking voor de toelagen voorzien in de gemeentelijke convenant. Deze bijzondere overeenkomst tussen de gemeenten en OVAM leidt bij sommige gemeenten tot misvatting dat de verplichtingen met betrekking tot afval alleen bindend zijn voor de gemeenten die de overeenkomst ondertekenden. De gemeenten blijven gebonden door het afvalstoffenplan en moeten het uitvoeren.

Met de beide convenanten proberen AMINAL enerzijds, OVAM anderzijds, de ontwikkeling en uitvoering van het gemeentelijke beleid te stimuleren. Of en in welke mate de beide convenanten en de begeleidende maatregelen ook werkelijk tot het bereiken van dat doel hebben bijgedragen is, gegeven het ontbreken van een omvattende evaluatie, niet met zekerheid te zeggen. Een dergelijke beleidsevaluatie zou overigens een uiterst nuttige basis zijn voor voortgaande inspanningen op dit terrein. Voorlopig ontstaat het volgende, kwalitatieve beeld. Zoals voor de provincies, geldt ook voor de gemeenten dat, twee jaar na het convenant, mensen, middelen, organisatie en deskundigheid nog niet voldoende zijn om het gemeentelijke milieubeleid op een goed niveau uit te voeren. Alleen al de in het kader van de algemene convenant voorziene inventarisatie van milieuknelpunten levert vele inhoudelijke en methodische problemen op. De provincies kunnen terzake zeker nuttig bijspringen, zoals hiervoor is aangegeven. De bestaande stimuleringsregeling kan op enkele onderdelen ongetwijfeld verbeterd worden. De personele en financiële middelen voor het gemeentelijke milieubeleid zullen de komende jaren groter moeten worden. Op korte termijn is echter ook het informatiebeleid van AMINAL van bijzonder belang. De hoeveelheid en diversiteit van de informatie die vanuit AMINAL naar de gemeenten stroomt, is zo groot dat daardoor moedeloosheid dreigt te ontstaan. De informatie rondom VLAREM heeft aangetoond dat de informatie vanuit AMINAL aan de gemeenten begrijpelijk en praktisch, maar ook goed gedoseerd en eenduidig behoort te zijn. Het vergroten van de handelingscompetentie (zie hoofdstuk V.3D Maatschappelijk milieudebat) van de gemeenten is minder gediend met administratieve voorschriften, en veel meer met het *aanbieden van mogelijkheden en methodes*, het geven van illustraties en het ontwikkelen van proefprojecten. De volgende ronde in het stimuleren van het gemeentelijke milieubeleid zou minstens ten dele ook langs die weg moeten verlopen.

Niet alleen kan de logistieke ondersteuning van de uitvoering van het convenant dus nog op diverse punten worden verbeterd, ook beleidsinhoudelijk is met het convenant slechts een eerste stap gezet. Vanuit het gewestelijke en provinciale niveau zal moeten worden aangegeven hoe een meer integrale en een meer doeltreffende probleembenadering en doelstellingenformulering in het gemeentelijk milieubeleid mogelijk is (bijvoorbeeld via thema- en doelgroepgewijze georganiseerd beleid), en hoe dit beleid het beste geïnstrumenteerd kan worden. De noodzaak en de mogelijkheden van ondersteuning van het milieu- en natuurbeleid met instrumenten uit de ruimtelijke ordening (structuurplanning, APA's en BPA's, vergunningverlening, enz.) behoren daarbij tot de eerste prioriteiten. Ook een heldere toelichting bij de diverse functies in het milieubeleid en de typische rol van de gemeenten daarbij verdient prioriteit. Een goed doordacht vormings- en ontwikkelingsprogramma, gericht op gemeentelijke mandatarissen én ambtenaren lijkt eveneens noodzakelijk.

Kortom, om tot een doeltreffender en doelmatiger milieubeleid in Vlaanderen te komen, zou het milieubeleid van de lagere overheden versterkt moeten worden. Hiervoor is een *meeromvattend stimuleringsprogramma* nodig. Een gedegen beoordeling van de huidige stand van zaken, en een beleidsevaluatie van de effectiviteit van de convenanten zou daarvoor mede de basis kunnen vormen. Op grond hiervan moeten het gewest (AMINAL, OVAM, VMM en andere betrokkenen), de provincies (IPO) en de gemeenten (VVSG), in gezamenlijk overleg, dringend werk maken van een dergelijk stimuleringsprogramma.

Begeleiders

A. Denteneer, Directoraat-Generaal, AMINAL

R. Devadder, Bestuur Algemene Zaken en Financiën, VMM

E. Somers, Faculteit Rechten, RUG

Begrippen

Begrippen

A-gewogen equivalent geluidsniveau: het constante *geluidsniveau* dat tijdens de waarnemingsperiode dezelfde geluidsbelasting veroorzaakt als het schommelende geluid.

Abiotisch: niet-levend.

Actieve kool: een produkt dat verkregen wordt door organisch materiaal te verhitten in afwezigheid van lucht en dat wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van veel poriën en een groot adsorberend vermogen.

Administratieve sanctie: een *instrument* door een bestuurlijke overheid gebruikt om de niet-naleving van een publiekrechtelijk voorschrift te bestraffen. Voorbeelden zijn: de schorsing, de opheffing of de wijziging van de voorwaarden van een vergunning of een erkenning, de administratieve geldboete, het bevel tot stopzetting van illegale activiteiten of de ambtshalve verwijdering van afvalstoffen.

Adsorptie: een proces waarbij verbindingen uit een gasmengsel of een oplossing selectief vastgehouden worden op een vast materiaal.

Aërodynamische diameter: de diameter van een bolvormig deeltje dat in lucht dezelfde bewegingskenmerken bezit als het beschouwde deeltje.

Aëroob: in aanwezigheid van zuurstof, zuurstofverbruikend.

Aërosol: fijne deeltjes of vloeistofdruppeltjes verspreid in de lucht.

Afstandsnorm: norm voor te respecteren minimumafstand tussen een verstoringsbron en een gebied dat bescherming behoeft.

Afvalpreventie: het voorkomen of beperken van afval door reductie of kwaliteitsbeheersing aan de ontstaansbron.

Afvalstof: elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen (juridische definitie); de ongewenste output van een activiteit (technische definitie); een produkt waarvoor bij een prijs gelijk aan nul het aanbod groter is dan de vraag (economische definitie).

Afvalverwerking: omzetten van afval in andere vormen door bv. recyclage of verbranding, en verwijderen van afval door storten.

Agglomeratie: het geheel van *kernstad* en stadsrand verbonden door aaneengesloten bebouwing.

Aldehyden: koolwaterstofverbindingen met een groep -CH=O. Voorbeelden zijn formaldehyde en aceetaldehyde, gebruikt als grondstoffen voor o.a. harsen en plastics.

Algemene milieukwaliteit: zie *milieukwaliteitsdoelstelling*.

Anaëroob: zonder zuurstof, niet-zuurstofverbruikend.

Antropogeen: onstaan door menselijke activiteit.

Areaal: gebied met een bepaalde bestemming of bepaalde kenmerken; verspreidingsgebied van een plant of dier (biologie).

Aromaten: groep van chemische verbindingen afgeleid van *benzeen*.

Atmosfeer: ca. 300 km hoge luchtlaag rond de aarde, dampkring.

Baggerspecie: bodemmateriaal vrijkomende bij het onderhoud van bevaarbare waterlopen.

Banlieue: de recente groeizone van de stad. Samen met de agglomeratie vormt de banlieue het stadsgewest.

Basiskwaliteit: zie *milieukwaliteitsdoelstelling*.

Bebossing: bezetting met bos, door menselijke ingreep of spontaan, van een oppervlakte, sinds vijftig jaar niet meer met bos bezet.

Bedrijfs- en gebruiksnormen: bepalen met welke technische voorwaarden en praktische gedragsregels rekening gehouden moet worden bij het exploiteren van een inrichting.

Bedrijfsafvalstoffen: *afvalstoffen* die ontstaan ten gevolge van een industriële, ambachtelijke of wetenschappelijke activiteit.

Beleidsstrategie: omvat drie hoofdstappen: 1) verkenning van de huidige situatie en verwachte evoluties; 2) formulering van doelstellingen; 3) uitwerking van een actieprogramma met operationele doelstellingen, maatregelen en middelen.

Bemalen: het kunstmatig verwijderen van overtollig water met een watermolen (gemaal).

Benthos: groep van organismen die in of op de bodem van zoete en zoute wateren leeft.

Bentonietmat: mat van gevlochten *geomembraan* waartussen bentoniet (een soort klei) wordt vastgehouden, gebruikt om een waterdichte bekleding in aardlagen te vormen.

Benzeen: organisch-chemische verbinding die zeer stabiel en zeer kankerverwekkend is.

Beschermingsbepalingen: gebods- of verbodsbepalingen die het milieu beogen te beschermen tegen nadelige menselijke invloeden, en die niet vallen onder de algemene zorgplichten. Naast algemene beschermingsbepalingen, bestaan er ook gebods- of verbodsbepalingen die zich specifiek op gebiedsbescherming of soortenbescherming richten.

Bezettingsgraad: het aantal reizigers (tonnen vracht) dat wordt vervoerd per *voertuigkilometer*, meestal weergegeven als een percentage van de capaciteit. Deze grootheid legt het verband tussen de voertuigkilometer en de *personenkilometer* (tonkilometer).

Bijzondere afvalstoffen: *afvalstoffen* die wegens hun aard, samenstelling, herkomst of verwijdering een bijzondere wettelijke regeling behoeven.

Bijzondere lozingsvoorwaarden: specifieke voorwaarden met betrekking tot afvalwaterlozingen opgelegd aan een bepaald bedrijf, rekening houdende met de reële lokale waterkwaliteit.

Bijzondere milieukwaliteit: zie *milieukwaliteitsdoelstelling*.

Bioaccumulatie: opstapeling van stoffen in plantaardige en dierlijke weefsels.

Bioaugmentatie: *waterbodem*sanering met behulp van micro-organismen.

Biodiversiteit (of biologische diversiteit): verscheidenheid aan levensvormen. Biologische diversiteit doet zich voor op alle niveaus van biologische organisatie, maar het onderzoek beperkt zich meestal tot ecosysteemdiversiteit, soortendiversiteit en *genomische* diversiteit.

Biologische zuurstofvraag (BZV): de hoeveelheid zuurstof die per volume-eenheid verontreinigd water voor de zuivering ervan door micro-organismen wordt verbruikt bij een bepaalde temperatuur en gedurende een bepaalde tijd.

Biomanipulatie: het bewust ingrijpen in de voedselketens van *levensgemeenschappen* om een ontwikkeling in een gewenste richting te bewerkstelligen.

Biosfeer: het deel op, in en boven de aarde dat bewoond wordt door *organismen*.

Biota: levende organismen.

Biotisch: uit levende organismen bestaand.

Biotoop: het concrete landschapselement ingenomen door een levensgemeenschap.

Black point: sterk verontreinigd terrein (stortplaats, oud fabrieksterrein).

Blootstelling: de mate waarin de mens of het ecosysteem in contact komt met verontreiniging of verontreinigende stoffen opneemt.

Bodem: vaste deel van de aarde met inbegrip van het *grondwater* en de *organismen* die zich erin bevinden.

Bodemaantasting: het gevolg van handelingen die een kwaliteitsdaling van het milieu veroorzaken, zonder het milieu te verontreinigen of uit te putten. Hieronder vallen: *bodemerosie*, *verzilting*, *verdichting*, wijzigingen in het microreliëf en profielafbraak.

Bodemerosie: een proces waarbij bodemmateriaal wordt verplaatst onder invloed van water of wind.

Bodemsanering: het wegnemen, behandelen, afschermen, neutraliseren, immobiliseren of isoleren van *bodemverontreiniging*.

Bodemuitputting: de onttrekking van milieu-eigen stoffen en energie met een zodanige snelheid en omvang dat ze niet door natuurlijke aanvulling kan worden gecompenseerd.

Bodemverontreiniging: de aanwezigheid van stoffen of organismen, veroorzaakt door menselijke activiteiten, op of in gronden, die de kwaliteit van de bodem op directe of indirecte wijze nadelig (kunnen) beïnvloeden.

Bodemwater: het water dat zich in de onverzadigde zone tussen het grondoppervlak en de *grondwaterspiegel* in het bovenste deel van de *bodem* bevindt.

Bosreservaat: bossen waarin de wetenschappelijke functie domineert. Bij 'integrale' bosreservaten gebeuren geen of slechts in uitzonderlijke gevallen menselijke ingrepen; 'geleide' bosreservaten ondergaan een aangepast beheer.

Bouwvoor: de bovenste regelmatig bewerkte bodemlaag in landbouwgebieden met een dikte van 20-30 cm.

Broeikaseffect: een bijkomende opwarming van de lagere *atmosfeer* en het aardoppervlak, doordat sommige gassen in de atmosfeer de invallende zonnestraling doorlaten maar de straling van het opgewarmde aardoppervlak opnemen.

Broeikasgassen: gassen die een *broeikaseffect* veroorzaken. De voornaamste zijn waterdamp, koolstofdioxyde en methaan.

Bronnen: gelokaliseerde activiteiten die een *emissie* (stoffen, golven of andere verschijnselen) in het milieu brengen en een (potentieel) verstorend effect hebben. Men onderscheidt o.a. puntbronnen, lijn-

bronnen, oppervlaktebronnen en diffuse bronnen.

Bruingoed: elektr(on)ische apparaten zoals TV, radio, hifi, computer, enz. (zie ook *witgoed*).

Bruto geografisch produkt (BGP): de waarde van alle finale goederen en diensten geproduceerd in een economie van een bepaalde geografische entiteit in een jaar; als het een land betreft spreekt men van bruto binnenlands produkt (BBP).

Buffering: de mate waarin een milieu (water, bodem) bestand is tegen de aanvoer van verstorende stoffen zonder zichtbaar effect (bv. opname van verzurende stoffen zonder dat de pH sterk wijzigt).

Bulkstoffen: stoffen die in grote hoeveelheden op een beperkt aantal plaatsen vrijkomen.

Calcineren: een metallurgische bewerking bij hoge temperatuur waarbij de aard van de stof wordt gewijzigd, zonder toevoeging van een *reagens* en zonder smelting

Carcinogeen: kankerverwekkend.

Cataract (grauwe staar): een oogaandoening die bestaat uit een vertroebeling van de ooglens. Cataract kan onder andere optreden als gevolg van blootstelling aan UV-B-straling.

CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen): produkten met een hoge chemische en thermische stabiliteit, niet-toxisch en onontvlambaar; sinds 1928 op commerciële basis geproduceerd; gebruikt als koelmiddel, als drijfgas, als blaasmiddel bij de produktie van schuimen of als oplos- of reinigingsmiddel.

CFK-analogen: omvatten de zogenaamde *zachte CFK's* of *HCFK's* en de niet-gechloreerde *HFK's*.

Chemische zuurstofvraag (CZV): de hoeveelheid zuurstof die per volume-eenheid (verontreinigd) water nodig is om de in het water aanwezig zijnde verbindingen chemisch te oxyderen.

Climaxvegetatie: eindstadium van de vegetatieontwikkeling op een bepaalde plaats bij stabiele externe omstandigheden. In dit stadium zijn er weinig veranderingen in soortensamenstelling en in de aantallen binnen elke soort.

CO_2-equivalent: *broeikaseffect* van een mol gas, uitgedrukt als een veelvoud van het effect van een mol CO_2.

Collector: afvalwaterleiding die de gemeentelijke riolering verbindt met een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Competentiemotivatie: de motivatie tot handelen, tot creatief zoek- en oplossingsgedrag die men put uit eerdere succeservaringen.

Compostering: een proces waarbij organisch materiaal door bacteriën, schimmels en kleine bodemorganismen wordt omgezet in een humusrijk, aardachtig produkt.

Congestie: verzadiging van de transportinfrastructuur, in het bijzonder het wegennet. *Gevolgen* zijn voornamelijk vertragingen en filevorming (tijdverlies).

Converteren: omzetten. In de metallurgie: bewerking op hoge temperatuur met toevoeging van zuurstof om bestanddelen te *oxyderen* die men wenst te verwijderen.

Corridor: verbindingselement.

Curatieve maatregel: *maatregel* om de *gevolgen* van een milieuverstoringsproces te verzachten of te herstellen.

Cyclonen: apparaten voor afscheiding van vaste of vloeibare deeltjes uit (rook)gassen, waarbij de middelpuntvliedende kracht de deeltjes naar de cycloonwand drijft en de gassen het apparaat centraal verlaten.

DDT (dichloordiphenyltrichloorethaan): een soort pesticide die zich ophoopt in dierlijk vetweefsel.

Defosfatering: verwijdering van fosfaat.

Denitrificatie: proces waarbij bepaalde bacteriën nitraat en nitriet omzetten in vrije stikstof en distikstofoxide, veelal onder *anaërobe* omstandigheden.

Depositie: afzetting vanuit de lucht naar een *ecosysteem*. Het is een hoeveelheid per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid (bv. 10 kg SO_2/dag/ha).

Destillatie: scheidingsmethode waarbij men vloeistofmengsels door verwarming in dampvorm brengt en door afkoeling laat condenseren. Op grond van de verschillende kookpunten van de te scheiden stoffen zal het destillaat rijker zijn aan de meest vluchtige component.

Detectielimiet: de uiterste waarde van een grootheid die kan worden vastgesteld door een meettoestel of een zintuig.

Dioxines: groep van 210 scheikundig verwante gevaarlijke stoffen die gevormd worden bij de verbranding van chloorhoudend afval of als nevenprodukt bij bepaalde chemische processen.

Doelgroep: een verzameling van burgers, bedrijven of instellingen die afgebakend wordt op basis van

kenmerkende milieuverstoringsactiviteiten en in die hoedanigheid het meest geschikt is om de daaruit voortvloeiende milieuproblemen te voorkomen.

Doelstelling: expliciete formulering van hetgeen moet worden gerealiseerd binnen zekere termijnen. Men onderscheidt 'strategische' van 'operationele' doelstellingen, en 'algemene' van 'specifieke' doelstellingen. Strategische doelstellingen hebben betrekking op de hoofddoelen van (milieu)beleid, vaak op langere termijn. Voorbeelden: duurzame ontwikkeling, rationeel energiegebruik, enz.. Operationele doelstellingen geven een nauwkeuriger, bij voorkeur kwantitatief doel aan, inclusief het beoogde tijdstip van realisatie. Bijvoorbeeld de terugdringing van de uitstoot van *CFK's* met 90 % tegen het jaar 2000 in vergelijking met het uitstootniveau van 1992. Aan de hand van operationele doelstellingen kan de uitvoering van het beleid gecontroleerd worden. Algemene doelstellingen hebben betrekking op het gehele *milieubeleid* (vaak zijn dat ook strategische doelstellingen); specifieke doelstellingen op een deel van het milieubeleid. Specifieke doelstellingen zijn veldspecifiek (bv. m.b.t. de automobiliteit), gebiedsspecifiek, doelgroepspecifiek, enz..

Ecodistrict: een ruimtelijke eenheid die getypeerd wordt door (de combinatie van) een aantal *abiotische* factoren die in de tijd zeer langzaam veranderen. De factoren die hiervoor in beschouwing genomen worden, zijn: geologie en lithologie (ontstaan van sedimentaire gesteenten); bodemgesteldheid; geomorfologie en reliëf; en (grond)waterhuishouding. Elk ecodistrict heeft een eigen combinatie van milieukenmerken waaruit de gevoeligheid voor *milieuverstoringen* afgeleid kan worden. Vlaanderen wordt ingedeeld in 40 ecodistricten.

Ecologische basiskwaliteit: de kwaliteit waarbij de organismen die hoge eisen stellen aan het milieu kunnen voortbestaan en waarin de migratie van zeldzame soorten niet belemmerd wordt.

Ecologische kwaliteitsdoelstelling: zie *streefwaarde*.

Economische energiereserves: de voorraad aan energie die bewezen is én winbaar is tegen een gegeven prijs.

Economische instrumenten: *instrumenten* die met financiële prikkels milieuvriendelijk produktie- en aankoopgedrag bevorderen. Voorbeelden hiervan zijn: heffingen, verhandelbare emissierechten, subsidies en statiegeldsystemen.

Ecosysteem: een dynamisch complex van levensgemeenschappen van planten, dieren en microörganismen en hun niet-levende omgeving, die in een onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen.

Ecotoop: *ecosysteem* van een zekere omvang met een karakteristieke homogeniteit van de vegetatie als landschapselement.

Effecten: veranderingen in het *abiotische* milieu ten gevolge van (vooral) *antropogene* activiteiten.

Effectgerichte maatregel: *maatregel* om de effecten in het *abiotische* milieu van een milieuverstoringsproces te verzachten of verminderen.

Effectiviteit (=doeltreffendheid): realisatie van vooropgestelde doelen.

Efficiëntie (=doelmatigheid): ratio met als teller de kwantitatief of kwalitatief gemeten realisatie van vooropgestelde doelen en met als noemer de ingezette middelen om dit te bereiken.

Effluent: geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.

Eindenergiegebruik (finaal energiegebruik): het totale energiegebruik aangewend door de eindgebruiker.

Emissie: uitworp of lozing van stoffen, golven of andere verschijnselen door *bronnen*, uitgedrukt in hoeveelheden per tijdseenheid.

Emissiebrongerichte maatregel: beoogt de *emissies* aan de *bronnen* tegen te gaan. Deze *maatregel* vangt de emissie aan de bron op of zet een schadelijke vorm om in een minder schadelijke vorm.

Emissienormen: bepalen de maximaal toelaatbare *emissie* of inbreng door de mens van stoffen, gassen, pathogene kiemen of energievormen in het milieu. Zij kunnen toegepast worden bij bronnen die voorzien zijn van afvoerkanalen (schoorsteen, lozingspijp).

Energie-intensiteit: de verhouding tussen het *eindenergiegebruik* en de geleverde prestatie waarvoor de energie werd benut (dikwijls toegepast op het bruto binnenlands produkt gemeten bij constante prijzen).

Energiebelasting: belasting op het gebruik van energie, waarbij de belasting voor de verschillende energieprodukten bepaald wordt in functie van de energie-inhoud

Energiesector: in beperkte zin: de winning van primaire energie, in- en uitvoer, conversie, distributie; in ruime zin: omvat ook het energiegebruik door de eindgebruikers.

Eutrofiëring: teveel aan voedingsstoffen in het

oppervlaktewater waardoor de groei van bepaalde planten wordt gestimuleerd ('algenbloei') en de kwaliteit van het water vermindert.

Eutroof: rijk aan nutriënten (plantevoedingsstoffen).

Exoot: door de mens ingevoerde soort die van nature niet in een bepaald gebied voorkomt.

Ferro: wat te maken heeft met ijzer en staal.

Flocculantia: middelen om vlokken te doen ontstaan.

Forensenwoonzone: woonzone rond het *stadsgewest* waar een groot deel (meer dan 15 %) van de actieve woonbevolking richting stadsgewest pendelt.

Formaldehyde: gas met een scherpe en prikkelende geur, wateroplosbaar (formol), veel gebruikt in de kunststoffenindustrie voor de bereiding van o.a. oplosmiddelen, kunstharsen, lijmen.

Fotochemische luchtverontreiniging (fotochemische smog): secundaire verontreiniging die ontstaat wanneer stikstofoxyden en vluchtige organische stoffen (*VOS*) onder invloed van het zonlicht chemisch met elkaar reageren. Als gevolg daarvan ontstaan in de omgevingslucht verhoogde concentraties van o.a. *ozon* en peroxyacetylnitraat (*PAN*).

Freatisch grondwater: water onder de *grondwaterspiegel* in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste weinig doorlatende of ondoorlatende laag.

Fungiciden: schimmelbestrijdingsmiddelen (waaronder houtbeschermingsmiddelen). De meest gebruikte zijn trifenylverbindingen en pentachloorfenol.

Gaswassing: besproeien van een gas met een vloeistof (bv. kalkwater) om er de stofdeeltjes uit te wassen. Hierdoor wordt echter de gas(lucht)vervuiling naar de vloeistof overgedragen.

Gebiedsgerichte benadering: een geografisch of ecologisch samenhangend deel van het milieu wordt afgebakend vanwege een ernstige belasting van het milieu of bijzonder gevoelige milieuwaarden (bv. een industriegebied; een streek met een bepaald grondtype; een stroombekken) en hiervoor wordt een gericht beleid opgezet.

Gedragsaanpassingen: consumenten en producenten worden verondersteld hun gedrag (bv. bestedingsgedrag) aan te passen bij een wijziging in bepaalde veranderlijken (bv. prijzen, inkomen).

Gedragsparameters: constanten die de *gedragsaanpassingen* beschrijven en zowel voorkeuren van consumenten als substitutiemogelijkheden reflecteren.

HFK's (gehydrogeneerde fluorkoolwaterstoffen): vervangprodukten voor CFK's bestaande uit gefluoreerde koolwaterstoffen. HFK's worden gekenmerkt door een verwaarloosbare *ODP-waarde* maar hun *GWP-waarde* kan aanzienlijk zijn.

Geïnjecteerde wand: scherm ontstaan door inspuiting onder druk van harsen in doordringbare aardlagen, gebruikt om deze aardlagen ondoordringbaar voor water te maken.

Geluidsbronsterkte: geluidssterkte rechtstreeks door de bron uitgezonden (*emissie*). Deze geluidsbronsterkte wordt o.a. berekend uit geluidsdrukmetingen op korte afstand. Een luidspreker die een akoestisch vermogen heeft van 10 Watt heeft een geluidsbronsterkte van 130 dB(A).

Geluidsniveau: geluidssterkte op een afstand van geluidsbronnen (*immissie*).

Genoom: de totale verzameling van de erfelijke eigenschappen van de individuen van een populatie.

Geomembranen: weefsel van kunststofvezels dat wordt gebruikt om de mechanische eigenschappen en waterdoordringbaarheidseigenschappen van grond te beïnvloeden.

Geurconcentratie: het aantal geureenheden per volume-eenheid (GE/m^3). De getalwaarde van de geurconcentratie is het aantal keer dat de geurhoudende lucht met geurvrije lucht verdund moet worden om de *geurdrempel* te bereiken.

Geurconcentratienorm: norm uitgedrukt in *percentielen* die aangeeft gedurende welk percentage van de tijd een bepaalde *geurconcentratie* in de leefomgeving overschreden mag worden.

Geurdrempel: de concentratie van een gasvormige stof of van een mengsel van gasvormige stoffen die door de helft van een panel waarnemers wordt onderscheiden van geurvrije lucht. Het panel bestaat uit ten minste 8 waarnemers tussen 16 en 45 jaar. De geurdrempel heeft per definitie een geurconcentratie van 1 geureenheid/m^3. De individuele geurdrempel is de geurdrempel die voor een individu werd vastgesteld.

Geureenheid (GE): een bepaalde hoeveelheid van een gasvormige stof of van een mengsel van gasvormige stoffen verdeeld in 1 m^3 lucht, die door de helft van een panel van waarnemers wordt onderscheiden van geurvrije lucht.

Geurstof: een stof die het menselijk reukzintuig stimuleert zodat een geur wordt waargenomen wanneer de concentratie van deze stoffen de drempel-

waarde overstijgt.

Gevaarlijke afvalstoffen: afvalstoffen die een bijzonder gevaar voor de gezondheid van de mens of voor het milieu (kunnen) opleveren.

Gevolgen: nadelige of als nadelig ervaren verschijnselen die voortvloeien uit *effecten*. Men onderscheidt dikwijls gevolgen voor de mens (bv. gezondheid), voor ecosystemen (bv. verruiging) en voor de economie (bv. lagere gewasopbrengsten; tijdverlies).

Global Warming Potential (GWP): drukt de emissie van een bepaald *broeikasgas* uit als een 'CO_2-equivalente' *emissie*.

Glycolen: groep van organische chemische verbindingen, bereid uit aardolie via etheen en ethyleenoxyde. Toepassingen als anti-vriesmiddel in auto's en in de industrie als oplosmiddel of als grondstof voor een grote reeks andere oplosmiddelen.

Grenswaarde: waarde (vaak concentratiecijfers van immissies) die niet overschreden mag worden. Een overschrijding van deze waarde moet aanleiding geven tot het treffen van maatregelen.

Groepsrisico: het risico waarbij in één keer een groep levende wezens het slachtoffer is van eenzelfde ongewenste gebeurtenis.

Grondwater: water onder het grondoppervlak, meestal beperkt tot water onder de *grondwaterspiegel*.

Grondwaterspiegel (freatisch vlak): het vlak door de punten waar het grondwater een drukhoogte gelijk aan nul heeft. In de praktijk is dit het peil tot waar het grondwater in een boorgat reikt.

Habitat: een *ecotoop* of een stelsel van ecotopen waar een soort zich gedurende langere tijd kan voeden en voortplanten; leefruimte.

Halogenen: groep verwante elementen (fluor, chloor, broom, jodium en astaat).

Halonen: koolwaterstoffen waarop alle waterstoffen door *halogenen* vervangen zijn. Halonen worden vooral ingezet als brandbestrijdingsmiddel.

Handelingscompetentie: de bekwaamheid tot handelen, tot zoek- en oplossingsgedrag. Deze bekwaamheid kan vergroot worden door het creëren en ontwikkelen van de competentiemotivatie.

Handhaving: beoogt door toezicht en toepassing van privaat-, administratief- en strafrechtelijke middelen de naleving van de rechtsregels. Handhaving kan preventief of repressief zijn.

HCFK's (gehydrogeneerde chloorfluorkoolwaterstoffen): groep van componenten binnen de *'zachte' CFK's* met waterstof naast de andere elementen in de structuurformule.

Herbiciden: onkruidbestrijdingsmiddelen. De meest gebruikte zijn simazine en atrazine.

Hergebruik: het opnieuw aanwenden van produkten of materialen nadat ze afval zijn geworden. Men onderscheidt intern hergebruik (ook soms onder preventie gerangschikt) en extern hergebruik door derden.

Huishoudelijke afvalstoffen: afvalstoffen die ontstaan door de normale werking van een particuliere huishouding.

Hydrologische gevoelige vegetatie: reageert op dalingen in de grondwatertafel, op kwelafname en verhoogde fluctuaties in de waterstand door wijziging in de soortensamenstelling en oppervlakteverhouding van de soorten.

Hydrometallurgie: selectieve winning van metalen uit ertsen met behulp van vloeistoffen.

Immissie: een ogenblikkelijke concentratie in een milieucompartiment (lucht, bodem, water) van de verontreinigde stoffen uitgedrukt in hoeveelheden per volume-eenheid (bv. 10 g SO_2/m^3).

Immissienormen: bepalen de maximaal toelaatbare *immissie* van verontreinigingsfactoren in de atmosfeer, de bodem of het water rond één of meer bronnen van verontreiniging. Immissienormen betreffen enkel de door de betrokken *bron* of bronnen veroorzaakte bijkomende belasting, niet de reeds aanwezige verontreiniging (achtergrondverontreiniging).

Indicator: eenvoudig te begrijpen maatstaf om de waarde van een aantal onderliggende of verwante variabelen en haar evolutie weer te geven.

Indicatorsoort: soort die aan een welbepaalde habitat, gemeenschap of combinatie van omgevingsomstandigheden gebonden is, en wiens toestand representatief is voor de gehele toestand.

Individueel risico: het aantal malen dat een milieuverstoring zich per jaar voordoet vermenigvuldigd met het nadelig effect dat een levend wezen ondervindt als gevolg van blootstelling aan die verstoring.

Ingestie: opname via de voeding.

Inkomenseffect: parameter die het effect van een verandering in het inkomen op de bestedingen weergeeft.

Inplantingsnormen: bepalen aan welke *afstandnormen* moet worden voldaan bij het vestigen van vaste inrichtingen of onderdelen ervan. Een bijzondere vorm daarvan zijn de veiligheidsafstanden.

Insekticiden: insektenbestrijdingsmiddelen. De meest gebruikte zijn lindaan, parathion en dichloorvos.

Instrumenten: het betreft hier beleidsinstrumenten die de overheid kan hanteren om *doelgroepen* of andere overheden aan te zetten tot uitvoering van het milieubeleid. Voor sociale verandering en/of overheidssturing kunnen drie strategieën worden ingezet, gebaseerd respectievelijk op dwang, ruil en overreding. Dit onderscheid vertaalt zich in *juridische*, *economische* en *sociale instrumenten*.

Integraal waterbeheer: de centrale doelstellingen van het integraal waterbeheer zijn: duurzaam gebruik van oppervlakte- en grondwater; het beschermen en herstellen van de waterkwaliteit en -kwantiteit van watersystemen; het bewaken en het bevorderen van de beschikbaarheid en bruikbaarheid van water voor de verschillende functies die toegekend zijn met een bijzondere aandacht voor het natuurbehoud; het bereiken van duurzame natuur in en rond alle belangrijke en kwetsbare delen van waterlopen.

Intern schroot: schroot dat in een bedrijf tijdens het produktieproces van halfafgewerkte of afgewerkte goederen ontstaat en dat binnen dat bedrijf opnieuw gebruikt wordt.

Interventiewaarden: zie grenswaarden.

Inwonerequivalent (IE): getalwaarde die de maat is voor de hoeveelheid zuurstofbindende stoffen die gemiddeld per dag en per inwoner met het afvalwater worden geloosd.

Ionisatie: het proces waarbij een neutraal atoom of neutrale atoomgroep een elektrisch geladen deeltje opneemt of afstoot (vorming van ionen).

Ioniserende straling: straling die in de materie *ionisatie* veroorzaakt. Voorbeelden van ioniserende straling zijn: alfadeeltjes, betadeeltjes, röntgenstraling en kosmische straling.

Juridische instrumenten: instrumenten die via regels (geboden en verboden) milieuvriendelijk produktie- en aankoopgedrag proberen te bevorderen.

Kaalslag (bosbouw): gelijktijdige kapping van alle bomen van een bestand waardoor de klimatologische omstandigheden vergelijkbaar worden met de vrije-veldsituatie.

Katalysator: stof die gebruikt wordt om chemische reacties tussen andere stoffen te versnellen en die schijnbaar niet aan de reactie deelnemen. Voorbeelden zijn te vinden bij de ammoniaksynthese, het ontzwavelen, het kraken en reformen van aardolie, het harden van vetten en oliën, en het ontbinden van stikstofoxyden in de uitlaatgassen.

Katalytische reforming: proces tijdens de aardolieraffinage waarbij met behulp van katalysatoren en bij hoge druk en temperatuur, het gehalte aan (kostbare) *aromaten* lichte fracties verhoogd wordt.

Kernstad: bestaat uit de stadskern met hierrond dichtgebouwde stadswijken die hoofdzakelijk uit de 19de eeuw dateren. De afbakeningscriteria zijn de bevolkingsdichtheid (> 50 inw./ha), meer dan 30 % woningen gebouwd voor 1945, meer dan 10 % woningen kleiner dan 45 m² en het aandeel éénge-zinshuizen (< 50 % voor een grote stad, < 85 % voor een regionale stad).

Klasse 1-stortplaats: stortplaats voor industrieel afval.

Klasse 2-stortplaats: stortplaats voor huishoudelijk afval.

Klasse 3-stortplaats: stortplaats voor bouw- en sloopafval.

Klimaatconventie van Rio: internationaal overleg omtrent het broeikaseffect mondde in juni 1992 uit in de Conventie van Rio. Hier werd als algemene doelstelling de stabilisatie van de atmosferische concentratie van *broeikassen* aanvaard; een aantal concrete verbintenissen werd eveneens in de Conventie opgenomen.

Koolstofbelasting of CO2-belasting: belasting op energiegebruik berekend op basis van de koolstofinhoud van de verschillende energieprodukten.

Kosmische straling: hoogenergetische *ioniserende straling* uit het heelal.

Kosteneffectiviteit: het bereiken van een doel tegen de laagste kosten.

Kritische depositiewaarde ('critical load'): hoeveelheid depositie die een *ecosysteem* (bosbodem, oppervlaktewater) ook gedurende een lange termijn kan verdragen zonder dat er veranderingen in de chemische samenstelling van de bodem, water of naalden optreden die, volgens de huidige kennis, leiden tot schade aan het ecosysteem.

Kwel: in het algemeen: het uittreden van *grondwater*, in het bijzonder: het uittreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogten buiten het

beschouwde gebied; het uittreden van water dat binnen het gebied aan het oppervlak is toegevoerd, valt dus buiten deze term.

Laminaten: karton bedekt met laagje plastic of folie (bv. melkverpakking).

Landschap: een globaal waarneembaar deel van het aardoppervlak; het landschap is holistisch, dynamisch en relatief ten opzichte van de waarnemer.

Letaliteit: dodelijkheid, sterfte.

Levensgemeenschap: totaliteit van elkaar beïnvloedende, tot verschillende soorten behorende organismen, te zamen gebonden aan een bepaald milieu.

Logen: onttrekken van bestanddelen aan een vaste stof met behulp van een vloeistof.

Maatregel: daadwerkelijke activiteit die het milieuverstoringsproces wijzigt. Men onderscheidt: *curatieve*, *effectgerichte*, *emissiebrongerichte* en *procesgeïntegreerde maatregelen*, naargelang de plaats van de ingreep in het milieuverstoringsproces. De volgorde van deze opsomming komt overeen met de toenemende betrokkenheid van de doelgroepen bij de realisatie van de maatregelen.

Marginale kosten: bijkomende kosten per eenheid bijkomende activiteit of produktie.

Mediaanwaarde: die meetwaarde zodat als een verzameling meetwaarden naar opklimmende grootte gerangschikt zijn, er precies evenveel meetwaarden groter en kleiner zijn dan deze meetwaarde.

Methanogenese: bacterieel proces dat optreedt in afwezigheid van zuurstof en waarbij methaan gevormd wordt.

Middelen: wat nodig is om *maatregelen* uit te voeren (mensen, organisaties, geld, enz.).

Milieu-attitude of milieuhouding: een positieve houding ten opzichte van het milieu.

Milieu-educatie: een langdurig opvoedingsproces dat zich richt op gedragsverandering in het voordeel van natuur en milieu. Milieu-educatie is een strategie om het menselijk gedrag door een bewuste keuze in een milieuvriendelijkere richting om te buigen. Het is een leerproces dat moet leiden tot milieubewust handelen. Het behoort tot de groep van *sociale instrumenten*.

Milieu-effectrapportering: de procedure waarbij een rapport wordt opgesteld dat dient als hulpmiddel bij de besluitvorming rond een voorgenomen actie die belangrijke *gevolgen* kan hebben voor het milieu. Het milieu-effectrapport dient de te verwachten *gevolgen* voor het milieu en de mogelijke alternatieven te analyseren en te evalueren.

Milieu-efficiëntie: zie *efficiëntie*: in de teller staan nu milieudoelen.

Milieu-impact: zie *milieuverstoring*.

Milieu-informatie: alle beschikbare informatie in geschreven, visuele, auditieve of geautomatiseerde vorm over de toestand, beheer en *maatregelen* betreffende natuur en milieu.

Milieubaten: zie *schadekosten*.

Milieubeleidsovereenkomsten (-convenanten): overeenkomsten tussen de overheid en een privépartner of een overheidsorgaan waarbij het milieubeleid van de overheid wordt geformuleerd of tenuitvoergelegd.

Milieubeleidsplan: zie *beleidsstrategie*.

Milieubesef: de mate waarin een persoon zich bij het milieuvraagstuk betrokken voelt en de milieuproblemen (h)erkent.

Milieugebruiksruimte: het geheel van natuurlijke hulpbronnen dat met de bestaande technologie voor consumptie beschikbaar is, zonder dat het regeneratievermogen van natuur en milieu wordt aangetast.

Milieuheffing: een bedrag dat de heffingsplichtige aan de overheid moet betalen voor de door hem direct of indirect veroorzaakte *milieuverstoring*.

Milieukosten: zie *reductiekosten*.

Milieukwaliteitsdoelstelling (-norm): na te streven of nagestreefde toestand van het milieu of van een deel ervan opdat dit milieu bepaalde functies zou kunnen uitoefenen of ondersteunen. Bij de karakterisering van de na te streven toestand van het milieu onderscheidt men drie niveaus: *grenswaarden*, *richtwaarden*, *streefwaarden*. Als de kwaliteit betrekking heeft op het gehele milieu onder studie en met betrekking tot alle functies spreekt men ook van basis- of algemene milieukwaliteit. Als men kleinere, specifieke gebieden binnen dit geheel en/of specifieke functies beschouwt, wordt de term bijzondere milieukwaliteit gehanteerd. De bijzondere milieukwaliteit kan zowel hoger als lager liggen dan de algemene kwaliteit.

Milieurapport: geïntegreerde beschrijving en analyse van de milieuverstoringsprocessen vanaf de activiteiten die aan de basis van de processen liggen tot aan de *gevolgen* ervan, met vermelding van *maatregelen* om de processen te beheersen.

Milieurendement: zie *milieu-efficiëntie*.

Milieusensibilisering: een beïnvloedingsproces dat mensen ontvankelijk wil maken voor een bepaalde milieuboodschap zodat een milieuprobleem herkenbaar wordt. Het begrip wordt als synoniem gebruikt voor milieuvoorlichting en *milieu-educatie*.

Milieusubsidie: een *instrument* waarmee de overheid aan een derde een geldelijk voordeel toekent om milieuvriendelijk gedrag te bevorderen. De subsidie wordt gegeven in de vorm van expliciete geldoverdracht (directe subsidie) of in de vorm van overdracht via verminderde belastingen (indirecte subsidie).

Milieuvergunning: een overheidsbeslissing die de vergunninghouder toelaat een bepaalde inrichting of activiteit te exploiteren of te veranderen. Deze beslissing heeft een individuele draagwijdte. De vergunning is in wezen tijdelijk en voorwaardelijk. De erkenning van bepaalde inrichtingen en activiteiten of de melding ervan zijn vergelijkbare *instrumenten*.

Milieuverontreiniging: verlaging van de *milieukwaliteit* door het inbrengen van vreemde stoffen.

Milieuverstoring: verzamelnaam van drie vormen van negatief beoordeelde verschijnselen, nl. verontreiniging, aantasting en uitputting.

Milieuvorming: buitenschoolse opvoeding en bijscholing voor volwassenen.

Milieuvriendelijk gedrag: gedrag met minder schadelijke of met positieve *effecten* voor het milieu. Het is een gedrag dat rekening houdt met de randvoorwaarden van natuur en milieu.

Milieuzorgsysteem: het geheel van beleidsmatige, organisatorische en administratieve *maatregelen* en voorzieningen, die tot doel hebben de potentiële en reële milieu-*effecten* van een activiteit te kennen, om ze vervolgens in de eerste plaats te voorkomen, en ze ten tweede te beheersen.

Monitoring: van nabij volgen van een ontwikkeling of systeem om op het gepaste ogenblik te kunnen ingrijpen.

Na-ijling: verschijnsel waarbij er een tijdsverloop is tussen het optreden of aanbrengen van een verandering en het optreden van het *effect*.

Nafta: aardoliederivaat gebruikt als grondstof voor de petrochemie.

Natte gaswassing: methode voor (rook)gaswassing waarbij met behulp van vloeistoffen verontreinigende stoffen uitgewassen worden (bv. zwaveloxyden met kalkmelk).

Netto-vakantieparticipatie: het aantal keren dat iemand vakantie neemt in de loop van het jaar, onafhankelijk van de duur van deze vakantie.

Nieuw schroot: schroot in de produktie van halfafgewerkte of afgewerkte goederen ontstaan en niet in het bedrijf zelf *gerecycleerd*.

Non-ferro: wat betrekking heeft op de niet-ijzer metalen (bv. koper, lood, zink).

Noodmotivatie: de motivatie tot handelen die ontstaat vanuit een ervaring van een gemis of een tekort (bv. het gemis van veiligheid).

Noordzeeconferentie: Ministriële Verklaring, Derde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee, Den Haag, 7-8 maart 1990.

Nutriënten: plantevoedingsstoffen; als de hoeveelheid nutriënten in het milieu te hoog wordt, treedt *vermesting* op. De voornaamste vermestende stoffen zijn stikstof, fosfor en kalium.

Nuttige toepassing: gebruik van een *afvalstof* zonder omzetting ervan maar voor een bestemming verschillend van haar herkomst.

Olfactometer: apparaat om geurhoudende lucht aan een panel van waarnemers onder reproduceerbare omstandigheden aan te bieden.

Oligotroof: arm aan *nutriënten* of plantevoedingsstoffen.

Ontbossing: de velling van een bos of bosgedeelte waarbij aan de grond een andere bestemming wordt gegeven.

Ontsnippering: het treffen van *maatregelen* (constructies) die de *effecten* van *versnippering* van natuurgebieden tegengaan.

Ontwatering: afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door buizen en greppels naar een stelsel van grotere waterlopen.

Ontwerp- en constructienormen: technische voorwaarden te voldoen bij het ontwerpen en bouwen van inrichtingen of onderdelen daarvan.

Onvolledige verbrandingsprodukten: chemische produkten die ontstaan in een verbrandingsproces door zuurstoftekort en/of door een slechte procesvoering (bv. koolstofmonoxyde, *PAK's*).

Open Ruimte: concept uit de planologie verwijzend naar het buitenstedelijk gebied, ook aangeduid als het landelijke gebied of het rurale gebied. Het

omvat gebieden met landbouwland en dorpen, met bossen, woeste gronden en natuurgebieden

Openbaar bos: bos waarvan een publiekrechtelijke rechtspersoon eigenaar of medeëigenaar is.

Organische stof: al het materiaal dat door *organismen* geproduceerd wordt.

Organisme: georganiseerd lichaam, wezen dat organen bezit.

Oxyderen: chemisch verbinden met zuurstof of andere oxydantia (bv. *aërobe* afvalwaterbehandeling).

Ozon: een instabiele chemische verbinding met een sterk *oxyderend* vermogen. Ozon in de *troposfeer* is schadelijk voor de mens en voor de plantegroei; ozon in de *stratosfeer* is noodzakelijk voor de opslorping van het ultraviolet licht (UV-B).

Ozone Depletion Potential (ODP): verhouding tussen het *ozon*afbrekend vermogen van een bepaald gas ten opzichte van het ozonafbrekend vermogen van CFK-11.

PAK's: polyaromatische koolwaterstoffen, de verzamelnaam van enige honderden *organische* stoffen die meerdere *benzeenringen* als basisstructuur hebben. De meest bekende en tegelijk ook de meest *toxische* uit de reeks is benzo(a)pyreen.

Peilput: constructie om de grondwaterstand te meten of om grondwatermonsters te nemen.

Percentiel: de rangorde die een meetwaarde inneemt wanneer alle meetwaarden geklasseerd zijn volgens grootte van klein naar groot. Bijvoorbeeld de 98-percentiel duidt aan dat 98 % van alle meetwaarden kleiner zijn dan of gelijk aan deze waarde. De 50-percentiel is gelijk aan de *mediaanwaarde*.

Percolaat: uitloogwater, term gebruikt bij doorsijpeling van water van stortplaatsen.

Peroxyden: chemische verbindingen met ten minste twee verbonden zuurstofatomen.

Persistent: niet of zeer moeilijk afbreekbaar.

Personenkilometer (pkm): de som van alle reisafstanden (in km) door personen afgelegd.

Pesticiden: stoffen als bestrijdingsmiddelen aangewend tegen onkruid (herbiciden), insekten (insekticiden) en schimmels (fungiciden).

PFK's: volledig gefluoreerde koolwaterstoffen, *broeikasgassen* met belangrijke *GWP-waarden* en vooral een lange levensduur (tot 10 000 jaar). Deze gassen komen vrij bij de produktie van aluminium en worden gebruikt in elektrische motoren. Bijvoorbeeld: CF_4 en C_2F_6.

pH: eenheid waarin de *zuurtegraad* wordt uitgedrukt. Een pH van 7 noemt men neutraal. Bij een verhoogde zuurtegraad is de pH kleiner dan 7.

Plankton: microscopisch kleine plantaardige en dierlijke organismen die in het water zweven.

Planning: het geheel van activiteiten om samenhang te brengen in de voorbereiding, de vaststelling en de uitvoering van beslissingen inzake het milieu. Verschillende vormen van planning zijn mogelijk. Informatieve planning schept een niet-bindend kader waarnaar de diverse actoren in de maatschappij hun handelen kunnen richten. Indicatieve planning moet leiden tot een beleid dat vooralsnog niet hoeft te worden gevolgd door rechtshandelingen of feitelijke handelingen van de overheid (geen bindende werking). Normatieve planning bindt de overheid en/of de burger wel in zijn handelen. Ook noodplanning is een vorm van planning. De planning kan strategisch of operationeel van aard zijn. Zij kan betrekking hebben op de lange of op de korte termijn.

Plastisch beton: vervormbare massa van grond, doordrongen van twee-componenten acrylamideharsen waardoor de oorspronkelijke grond verstevigd en ondoordringbaar voor water wordt gemaakt.

Polyethyleen: plastic op basis van etheen. De belangrijkste soorten zijn lage-dichtheid-polyethyleen (LDPE) waaruit bv. verpakkingen worden gemaakt en hoge-dichtheidpolyethyleen (HDPE).

Populatie: een groep van individuen waarbinnen genetische uitwisseling plaatsvindt, d.w.z. alle individuen van een soort in een gebied, waarvan aangenomen mag worden dat ze met elkaar (kunnen) paren.

Potentieel stiltegebied: een gebied dat na inventarisatie van de belangrijkste geluidsbronnen in de omgeving (verkeer, industrie en recreatie), als stiltegebied in aanmerking kan komen.

Predator: dier dat in zijn voedsel voorziet door andere dieren (prooien) te doden.

Prijseffecten: parameters die het effect weergeven van een verandering in de prijs van een bepaald goed (eigen prijseffect) of van een prijsverandering van andere goederen (kruiselings prijseffect) op de bestedingen aan het betrokken goed.

Primaire elektriciteit: hydro-elektrische energie,

zonne- en windenergie, netto invoer van elektriciteit. Volgens de EUROSTAT-methodologie vallen elektriciteit uit huisvuil en geothermische elektriciteit vallen onder 'andere energiebronnen'.

Primaire energie: energie uit een natuurlijke bron, o.m. brandstoffen (steenkool, ruwe aardolie, aardgas), hernieuwbare energie, kernenergie.

Primaire grondstoffen: grondstoffen die een eerste maal worden aangewend in een produktieproces.

Primaire zuivering: eerste zuiveringsstap; meestal mechanische verwijdering van onopgeloste stoffen d.m.v. roosters, zeven, enz..

Prioritair gevaarlijke stoffen: stoffen die door de Derde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee geselecteerd en op een lijst gezet zijn.

Prioritaire aandachtsstoffen: stoffen die niet expliciet opgenomen zijn in de lijst van 'prioritair gevaarlijke stoffen' maar een bedreiging vormen voor het milieu en tevens relevant zijn voor Vlaanderen.

Procesgas: gas dat vrijkomt bij een industriële bewerking of proces.

Procesgeïntegreerde maatregel: *maatregel* waarbij activiteiten zelf of processen van deze activiteiten worden gewijzigd hetzij in omvang en aantal (*volumemaatregelen*), hetzij in samenstelling (technologiemaatregelen), hetzij in organisatie ervan (gedragsveranderingen; systeemoptimalisatie) .

Produktnormen: voorwaarden betreffende de constructie, samenstelling, andere technische kenmerken en commercialisering van roerende goederen die bestemd zijn om in het handelsverkeer te worden gebracht. Een bijzondere categorie betreft dergelijke voorwaarden voor verkeers- en vervoermiddelen.

Profiel: eigenschap van de *bodem* die bepaald wordt door een opeenvolging van lagen in de diepte, gekenmerkt door een eigen *textuur*, *structuur*, kleur, enz., en die ontstaat als gevolg van de inwerking van klimaat en biologische factoren.

Protocol van Montreal: protocol afgesloten in 1987. Dit protocol volgde op het Verdrag van Wenen uit 1985, waarin werd gesteld dat de *stratosferische* ozonlaag dient te worden beschermd tegen negatieve *effecten* van het menselijk handelen. Het Protocol werd gewijzigd en aangepast, een eerste maal te Londen in 1990 en een tweede maal te Kopenhagen in 1992. De chemische produkten die in het Protocol voornamelijk werden gereglementeerd zijn de *gechloreerde en/of gebromeerde fluorkoolwaterstoffen*.

Pyrometallurgie: behandeling of winning van ertsen bij hoge temperaturen.

Radioactiviteit: eigenschap van *radionucliden* om spontaan *ioniserende straling* uit te zenden.

Radionuclide: een instabiele nuclide (atoomkern) die spontaan *ioniserende straling* of deeltjes uitzendt, waarbij het element van massa en/of atoomnummer verandert. Er zijn natuurlijke en artificiële radionucliden.

Radon: een radioactief element dat ontstaat bij radioactief verval van uranium (U-238) uit de aardkorst. Radon is een edelgas en kan zich daarom vrij bewegen. Het vervalt op zijn beurt tot polonium, waarbij alfa-deeltjes vrijkomen.

Reagens: scheikundige stof of oplossing van scheikundige stoffen die dient om een bepaalde scheikundige reactie teweeg te brengen met een andere scheikundige stof.

Recreatie: alle vormen van gedrag gericht op ontspanning in de vrije tijd met een maximale duur van één dag. Deze activiteiten kunnen plaatsvinden binnen of buiten de eigen woning of woonomgeving.

Recuperatie: terugwinning van een materiaal- of energiestroom.

Recyclage: het terugwinnen van grondstoffen uit *afvalstoffen*.

Reduceren (algemeen): het verminderen van *milieuverstoring*.

Reduceren (chemisch): het onttrekken van zuurstof aan een verbinding of het verbinden met waterstof, elke proces dat bestaat in het opgenomen worden van elektronen door een (deel van een) verbinding. Een voorbeeld is het katalytisch reduceren als rookgasbehandelingsmethode, waarbij NO_x wordt omgezet tot stikstof door reactie met ammoniak.

Reductiekosten (milieukosten): kosten van *curatieve, emissiebrongerichte* en *procesgeïntegreerde maatregelen* om *milieuverstoring* te verminderen.

Richtwaarden: beleidsmatig na te streven *milieukwaliteitsdoelstellingen* met opgave van tijdsstippen voor hun realisatie.

Risico: de gelijktijdige aanwezigheid van verschillende factoren die met een bepaalde waarschijnlijkheid aanleiding kunnen geven tot een plotselinge ongewenste gebeurtenis, waarbij er ernstige schade optreedt voor levende wezens of hun leefmilieu of

waardoor de goede werking van hun samenleving in het gedrang komt.

Rode-Lijstsoorten: plante- of diersoorten die bedreigd zijn en een *indicator* zijn voor bijzondere en bedreigde *ecosystemen*; soorten met een grote esthetische waarde maar niet echt bedreigd, worden uitgesloten. Rode Lijsten maken het mogelijk op een objectievere manier gebieden te selecteren die van bijzonder belang zijn voor de instandhouding van de *biodiversiteit* en die dus in aanmerking komen voor een bijzondere bescherming en/of *gebiedsgerichte* aanpak. Rode-Lijstsoorten kunnen op deze manier gebruikt worden als richtsoorten voor ecologische *kwaliteitsdoelstellingen*.

Rolgeluid: het geluid dat veroorzaakt wordt door het contact van de banden met het wegdek.

Roosten: metallurgisch proces waarbij een stof verhit wordt, zonder dat er smelting optreedt, in aanwezigheid van zuurstof waardoor *oxydatie* optreedt.

Ruimingsspecie: stoffen die verwijderd worden bij het ruimen van onbevaarbare waterlopen (zie ook *baggerspecie*).

Ruimteperspectief: op welke geografische entiteit de aandacht wordt gericht. Het Nederlandse RIVM heeft voor de studie van de milieuproblemen vijf ruimteperspectieven ingevoerd: lokaal, regionaal, fluviaal, continentaal en mondiaal.

Run-off: directe afspoeling van neerslag of smeltwater naar oppervlaktewater.

Saneringsproject: een procedure die als doel heeft de *gevolgen* van overtredingen op de milieuwetgeving te herstellen (juridisch); activiteiten voor het herstel van historische verstoringen (technisch).

Schadekosten (milieubaten): kosten verbonden met waargenomen schade ten gevolge van *milieuverstoring*; waarde van een *reductie* in de negatieve *gevolgen* van *milieuverstoring* als resultaat van voorgenomen *maatregelen*.

Sectoriële lozingsvoorwaarden: specifieke voorwaarden m.b.t. afvalwaterlozingen opgelegd aan een bepaalde industriële sector.

Secundaire grondstoffen: grondstoffen herwonnen uit *afvalstoffen*.

Secundaire zuivering: tweede zuiveringsstap; verwijdering van stoffen via fysisch-chemische, biologische of biotechnologische methoden.

Shredderinstallatie: installatie om autowrakken te verwerken.

Sinteren: het verhitten van korrel- of poedervormig materiaal waardoor het een begin van smelting vertoont en aaneenkit.

Slak: mengsel van gesteenten en oxyden gevormd tijdens een smeltingsbewerking.

Sloopstraat: industriële installatie(s) waarin produkten en/of apparaten worden verwijderd en/of ontmanteld op een veilige en milieuvriendelijke wijze.

Sociale instrumenten: *instrumenten* die via overreding milieuvriendelijk produktie- en aankoopgedrag proberen te bevorderen. Voorbeelden zijn: kennis- en informatie-overdracht, educatie, sensibilisatie, enz..

Soort: een groep van populaties waarbinnen actueel of potentieel genetische uitwisseling plaatsvindt, en die reproduktief gescheiden is van andere zulke groepen.

Specifiek energiegebruik: het energiegebruik per geleverde prestatie.

Specifiek geluid: een component van het omgevingsgeluid die kan worden toegeschreven aan een hinderlijke inrichting.

Stadsgewest: een uitgebreide stad waarin de stedelijke basisactiviteiten gespreid gevestigd zijn en waar er meerdere functionele zones met nauwe onderlinge relaties bestaan. Het is de som van de *kernstad*, de *agglomeratie* en de *banlieu*.

Stadskern: het centrum van de stad met de grootste concentratie aan regiogebonden kleinhandel en diensten.

Stedelijke gebied: gebied waar een intense ruimtelijke, culturele en socio-economische samenhang en verweving bestaat en ontwikkeld wordt tussen de verschillende menselijke activiteiten (wonen, diensten, werken, enz.). Het zijn gebieden waar dichte bebouwing overweegt, met inbegrip van natuurgebieden en -elementen en delen van de open ruimte die ingesloten worden door de voortschrijdende bebouwing.

Stiltegebied: een gebied van minstens één km^2 waarin de geluidsbelasting door toedoen van menselijke activiteiten zo laag is, dat het ervaren van de in het gebied heersende natuurlijke geluiden niet of nauwelijks wordt verstoord.

Straatkolk: rioolkolk, rioolput.

Strafsanctie: wordt opgelegd door de strafrechter om de dader van een misdrijf te straffen. Voorbeelden zijn: de gevangenisstraf en de geldboete (hoofdsancties), de verbeurdverklaring, het ver-

bod een bepaalde beroepsactiviteit uit te oefenen, de bedrijfssluiting en de openbaarmaking van de uitspraak (bijkomende sancties).

Stratosfeer: *atmosfeer*laag gelegen tussen ongeveer 20 en 50 km hoogte.

Streefwaarde: *milieukwaliteit*sniveau waarbij geen nadelige *effecten* te verwachten zijn.

Structuur (bodem): eigenschap van de *bodem* die bepaald wordt door de samenhang tussen de bestanddelen van de *bodem* (groepen van korrels, humus, enz.).

Subsidiariteitsbeginsel: het beginsel dat de EG enkel optreedt voor zover de *doelstellingen* van het overwogen optreden niet voldoende door de Lid-Staat zelf verwezenlijkt kunnen worden.

Taak: nadere omschrijving van een *maatregel* door nauwkeuriger aan te geven: de uitvoerder van de *maatregel*, het tijdstip van uitvoering, en eventueel ook de *middelen* voor uitvoering.

Tertiaire zuivering: derde zuiveringsstap; verwijdering van (voornamelijk) *nutriënten*, ook wel 'polijsten' van effluenten genoemd.

Textuur (bodem): eigenschap van de *bodem* die bepaald wordt door de grootte van de bodemkorrels. De *bodem* wordt op basis van de textuur ingedeeld in de klassen: zand, lemig zand, licht zandleem, zandleem, leem, klei en zware klei.

Thema's: milieuproblemen zijn thematisch gegroepeerd onder begrippen als *verzuring*, *vermesting*, klimaatverandering, *verdroging*, enz.. Het gaat hier telkens om verzamelingen van processen die in het natuurlijk milieu vergelijkbare *effecten* sorteren, ongeacht hun precieze oorzaak of het compartiment waarop zij die *effecten* veroorzaken. Zo wordt *verzuring* veroorzaakt door zeer uiteenlopende maatschappelijke activiteiten en *bronnen* (industrie, landbouw, verkeer, huishoudens, enz.) en sorteren die processen *effecten* op de *bodem*, de lucht, het water, de natuur en de bebouwde omgeving.

Toerisme: activiteiten van personen en relaties die voortvloeien uit de reis en het verblijf van minstens één nacht op een plaats verschillend van de woon- of verblijfplaats.

Toezicht: waarborgt de naleving van het recht. Op voorwaarde dat geen rechten of vrijheden worden geschonden, is het iedereen toegestaan toezicht te houden. Dit toezicht kan leiden tot een privaat-, administratief- of strafrechtelijke actie. Controle is het toezicht uitgeoefend door bevoegde ambtenaren die een strafrechtelijke vervolging van een door middel van het toezicht vastgesteld misdrijf mogelijk maakt.

Tonkilometer (tkm): de som van alle afstanden (in km) waarover vrachten (in ton) worden vervoerd.

Toxicologie: wetenschap die de eigenschappen, *effecten* en detectie van stoffen met een schadelijke invloed op levende *organismen* bestudeert.

Toxische equivalent (TEQ): wordt gebruikt om de totale giftigheid van dioxinemengsels uit te drukken. Het dioxine 2,3,7,8,-TCDD wordt hiervoor als referentie gebruikt.

Traditionele landschappen: landschappen die zich (meestal) traag en langdurig ontwikkelden, waardoor zowel ruimtelijk als ecologisch een harmonische integratie van de verschillende componenten van het landschap mogelijk was. Het resultaat is dat ze niet alleen nauw overeenstemmen met de natuurlijke streken, maar ook over een sterke eigen identiteit beschikken.

Troposfeer: atmosfeerlaag gelegen tussen grondniveau en ongeveer 20 km hoogte; de troposfeer bevat de *biosfeer*.

Uitgangspunten: normatieve beginselen die ten grondslag liggen aan het milieubeleid (de vervuiler betaalt, het stand-still beginsel, enz.).

Veiligheidsmaatregelen: *maatregelen* die de overheid kan treffen bij dreigend, ernstig of onmiddellijk gevaar voor de mens of voor het leefmilieu. Het betreft *maatregelen* die gericht zijn op het wegnemen of het beperken van de dreiging. Zij kunnen een algemene of individuele draagwijdte hebben.

Veiligheidsrapportering: identificeert de *risico's*, beoogt zware ongevallen te voorkomen, de *gevolgen* van die ongevallen voor mens en milieu te beperken en het *risico* in het algemeen zo laag mogelijk te houden.

Verdichting: treedt op wanneer de inwerkende druk op de *bodem* groter is dan de draagkracht. Een *bodem* is beter bestand tegen verdichting wanneer de *structuur* goed is, het gewicht per volume hoog, het vochtgehalte laag en het gehalte aan *organisch materiaal* hoog is.

Verdroging: vermindering van de specifieke waterinhoud van de *aquifers* en van de *bodem* door *antropogene* beïnvloeding. Dit sluit wijzigingen als gevolg van natuurlijke elementen en vooral klimaat uit. Verdroging omvat alle effecten die voortvloeien uit een antropogeen veroorzaakte grondwaterstandsda-

ling zoals vochttekort, verschillen in mineralisatie en *kwel*, inclusief de *effecten* van compenserende maatregelen.

Verinnerlijking (inzake milieuproblematiek): wanneer de *doelgroepen* zich de waarden, normen en regels van hun sociale omgeving eigen maken, zij hun rol en verantwoordelijkheid in het milieuverstoringsproces ten volle inzien en zelf overgaan tot het nemen van de gepaste *maatregelen*.

Vermesting: de ontregeling van ecologische processen en kringlopen door een overmatige toevoer van *nutriënten* in het milieu. De belangrijkste nutriënten hierbij zijn stikstof en fosfor. Ook kalium heeft een licht vermestend effect. De effecten van vermesting komen tot uiting in de bodem en het grond- en oppervlaktewater (*eutrofiëring*).

Verslemping: vernietiging van de *structuur* van de *bodem* waardoor de bodemdeeltjes gaan vervloeien tot een weing samenhangende laag.

Versnippering: alle vormen waarbij ruimtelijke entiteiten verdeeld worden in kleinere eenheden.

Verzilting: het indringen van brak of zilt *grondwater* tot in de wortellaag van de *bodem*. Hierdoor stapelen zouten zich op in de *bodem*.

Verzuring: de gezamenlijke *effecten* en *gevolgen* van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxyde, stikstofoxyden en ammoniak) die via de *atmosfeer* in het milieu worden gebracht.

Vluchtige Organische Stoffen (VOS): *organische stoffen* die bij omgevingstemperatuur een dampspanning hebben groter dan of gelijk aan 1,33 hPa en dus verdampen.

Voertuigkilometer (vkm): de som van de afgelegde afstand door voertuigen (traktie-eenheden). De globale mobiliteit kan uitgedrukt worden in vkm.

Volumegerichte maatregelen: *maatregelen* die de hoeveelheid of het aantal produkten of het gebruik ervan beperken.

Waterbodem: *bodem* van rivieren, waterwegen of oppervlaktewateren.

Waterconservering: een streven om zoveel mogelijk gebiedseigen water vast te houden indien dit gebiedseigen water van een goede kwaliteit (geringe verontreinigingsgraad) is en de vereiste samenstelling heeft.

Waterhuishoudkundige maatregelen: maatregelen ter verbetering van de ont- en afwatering en oppervlaktepeilverlaging in het bijzonder in natte gebieden.

Witgoed: huishoudtoestellen zoals wasmachines, ijskasten, ovens, droogtrommels, enz.

Zachte CFK's: CFK-analoge verbinding waarin nog één of meerdere H-atomen overblijven. Ze zijn minder persistent dan CFK's en hebben geen of een geringe *ODP-waarde*.

Zinkput: een in de grond geplaatst toestel dat bestemd is om gezuiverde vloeistoffen in doorlaatbare geologische lagen te verspreiden.

Zorgplicht: het milieurecht maakt meer en meer gebruik van algemene zorgplichten, waarbij in algemene bewoordingen een verplichting wordt opgelegd aan de burger of de overheid. Bekende beginselen zijn BAT (best available technology, beste beschikbare technieken) en BATNEEC (best available technology not entailing excessive cost, beste beschikbare technieken zonder buitensporige kosten).

Zuiveringsslib: slib afkomstig van de zuivering van afvalwater.

Zuurequivalent: eenheid om de verzuringsgraad van een polluent te meten. Deze eenheid staat toe om de verschillende verzurende polluenten met elkaar te vergelijken. Eén zuurequivalent komt overeen met 32 gram zwaveldioxyde, 46 gram stikstofdioxyde of 17 gram ammoniak.

Zuurtegraad: de concentratie van waterstofionen (zie ook *pH*).

Zware metalen: metalen met een atoommassa groter dan 20, bv. arseen, kwik, lood, zink chroom.

Lijsten

Scheikundige symbolen | 817
Afkortingen | 818
Eenheden | 822
Voorvoegsels eenheden | 823
Afspraken cijferweergave | 823

Scheikundige symbolen

Ag	zilver
Al	aluminium
$Al(OH)_3$	aluminiumhydroxyde
As	arseen
Au	goud
Be	beryllium
C	koolstof
Ca	calcium
$CaSO_4$	calciumsulfaat
Cd	cadmium
CH_4	methaan
Cl, Cl_2	chloor
CO	koolstofmonoxyde
Co	kobalt
CO_2	koolstofdioxyde
Cr	chroom
Cs	cesium
Cu	koper
F	fluor
H, H_2	waterstof
H_2O	water
H_2O_2	waterstofperoxyde
H_2S	(di)waterstofsulfide
H_2SO_4	zwavelzuur
H_3PO_4	fosforzuur
Hg	kwik
HNO_3	salpeterzuur
HO_2	waterstofsuperoxyde
I	jodium
K	kalium
Mg	magnesium
Mn	mangaan
N, N_2	stikstof
N_2O	distikstofmonoxyde, lachgas
NaOH	natriumhydroxyde, natronloog, bijtende soda
NH_3	ammoniak
NH_4^+	ammoniumion
NH_4OH	ammoniumhydroxyde
Ni	nikkel
NO, N_2O_5, NO_3	stikstofoxyden
NO_2	stikstofdioxyde
NO_3^-	nitraation
NO_x	stikstofoxyden
O, O_2	zuurstof
O_3	ozon
OH, OH-	hydroxylgroep (hydroxylradicaal)
OH^-	hydroxylion
P	fosfor
P_2O_5	difosforpentoxyde (fosforzuur-anhydride)
Pb	lood
Po	polonium
PO_4^{3+}	fosfaation
Ra	radium
Rb	rubidium
Rn	radon
S	zwavel
Sb	antimoon
Se	seleen
Sn	tin
SO_2	zwaveldioxyde
SO_3	zwaveltrioxyde
Sr	strontium
Th	thorium
TiO_2	titaandioxyde
Tl	thallium
U	uranium
V	vanadium
Zn	zink

Afkortingen

ABVV: Algemeen Belgisch Vakverbond

ACLVB: Algemene Centrale der Liberale Vakbonden van België

ACV: Algemeen Christelijk Vakverbond

ALARA: as low as reasonably achievable

AMINAL: Administratie Milieu Natuur en Landinrichting

AN: ammoniumnitraat

ANSI: American National Standards Institute

APA: Algemeen Plan van Aanleg

ARAB: Algemeen Reglement op de Arbeidsbescherming

AREI: Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties

AROHM: Administratie Ruimtelijke Ordening en Huisvesting

AROL: Administratie Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu

AS: ammoniumsulfaat

AWP: Algemeen Waterzuiveringsprogramma

AWW: Antwerpse Waterwerken

BaP: benzo(a)pyreen

BAT: best available technology

BATNEEC: best available technology not entailing excessive costs

BB: Belgische Boerenbond

BBI: Belgische Biotische Index

BBL: Bond Beter Leefmilieu

BBP: bruto binnenlands produkt

BEP: best environmental practice

BFK: broomfluorkoolwaterstof

BGP: bruto geografisch produkt

BLEU: Belgisch-Luxemburgse Economische Unie

BMI: Bestuur Milieu-inspectie

BMM: Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee

BMV: Bestuur Milieuvergunningen

BNO: Bestuur Natuurbescherming en -ontwikkeling

BNP: bruto nationaal produkt

BPA: Bijzonder Plan van Aanleg

BPI: Belgische Petroleumfederatie

BPI: Basis Prati Index

BSS: bruto standaardsaldo

BTX: benzeen, tolueen, xyleen

BW: Burgerlijk Wetboek

BZV: biologische zuurstofvraag

CBGS: Centrum voor Bevolkings- en Gezinsstudiën

CEC: Commission of the European Communities

CEN: Comité Européen de Normalisation

CENTEXBEL: Wetenschappelijk en technisch centrum van de Belgische textielnijverheid

CEPI: Confederation of European Paper Industries

CES: Centrum voor Economische studiën

CFK's: chloorfluorkoolwaterstoffen

CIP: cleaning in place

CITES: Convention on International Trade in Endangered Species

COBELPA: Vereniging van de Belgische fabrikanten van papierdeeg, papier en karton

COREPER: Comité van Permanente Vertegenwoordigers

CPB: Centraal Planbureau

CZV: Chemische zuurstofvraag

d_a: aërodynamische diameter

DBIS: Dienst voor Bescherming tegen Ioniserende Straling

DDT: dichloordiphenyltrichloorethaan

DNV: Det norske Veritas

DRANCO: droge anaërobe compostering

DRI: Data Resources Inc.

EC: Europese Commissie

ECE: Economische Commissie voor Europa

EECONET: Europees Ecologisch Netwerk

EEG: Europese Economische Gemeenschap

EFEP: Economics for Environmental Protection

EG: Europese Gemeenschap

EIVR: Emissie Inventaris Vlaamse Regio

ELF: extreem-laag frequent

EM: elektromagnetisch

EP: Europees Parlement

ESA: Economisch studiebureau voor de provincie Antwerpen

EU: Europese Unie

EVM: eerste verwerking van metalen

FCN: Federatie der Chemische Nijverheid van België

FEBELHOUT: Belgische federatie van de ondernemingen van de houtverwerking

FEBELTEX: Federatie van de Belgische Textielnijverheid

FEBIAC: Federatie van de Belgische Autoconstructeurs

FEDIS: Federatie van de distributiebedrijven

GATT: General Agreement on Tariffs and Trade

GEBEG: Belgische Ecologische Groepering

GFT-afval: groente-, fruit- en tuinafval

GHS: Groene Hoofdstructuur

GIMV: Gewestelijke Investeringsmaatschappij Vlaanderen

GLB: Gemeenschappelijk Landbouwbeleid

GOM: Gewestelijke Ontwikkelingsmaatschappij

GSM: global system for mobile communication

GWP: global warming potential

HCFK's: waterstof bevattende chloorfluorkoolwaterstoffen

HFK's: waterstof bevattende fluorkoolwaterstoffen

H.S.T.: hoge-snelheidstrein

IARC: International Agency for Research on Cancer

IC: Intercity trein

ICHM: Interuniversitaire Commissie voor de Herziening van het Milieurecht

IE: inwonerequivalent

IHE: Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie

IML: Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor Limburg

IMZ: intern milieuzorgsysteem

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

IPO: Interprovinciaal Overleg

IRC: individuele risico contour

IRE: Instituut voor Radio-elementen

IRPA: International Radiation Protection Association

ISO: Instituut voor Scheikundig Onderzoek

ISO: International Standardization Organization

IWT: Vlaams Instituut voor de Bevordering van het Wetenschappelijk Technologisch Onderzoek in de Industrie

KAS: kalkammonsalpeter

KAV: Kristelijke Arbeidersvrouwen

KGA: klein en gevaarlijk afval

KMO: kleine of middelgrote onderneming

KUL: Katholieke Universiteit Leuven

KVIV: Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging

KWB: Kristelijke Werknemersbeweging

KWD-afval: kantoor-, winkel- en dienstenafval

KWS: koolwaterstof

$L_{Aeq,T}$: A-gewogen equivalent geluidsniveau

LASER: light amplification by stimulated emission of radiation

LCA: levenscyclusanalyse

LDPE: lage dichtheid polyethyleen

LEI: Landbouw-Economisch Instituut

LLDPE: lineair lage dichtheid polyethyleen

LPG: liquefied petroleum gas

LUC: Limburgs Universitair Centrum

LVN: Verbond der landbouw- en voedingsnijverheden

MAN: stikstofmagnesia

MAP: Mestactieplan

MBO: milieubeleidsovereenkomst

MER: milieu-effectrapport

mer: milieu-effectrapportering

MINA-fonds: Fonds voor Preventie en Sanering inzake Leefmilieu en Natuur

MINA-plan 2000: Milieu- en Natuurplan 2000

MiNa-raad: Milieu- en Natuurraad Vlaanderen

MTM: Departement Metaalkunde en Toegepaste Materiaalkunde

MTR: maximaal toelaatbaar risico

NACE: Algemene Industriële Classificatie der Economische Activiteiten in de Europese Gemeenschap

NBG: Natuurbuffergebieden

NCMV: de organisatie voor zelfstandige ondernemers

NCOS: Nationaal Centrum voor Ontwikkelingssamenwerking

NIMBY: not in my backyard

NIS: Nationaal Instituut voor Statistiek

NIS: niet-ioniserende straling

NKG: Natuurkerngebieden

NMBS: Nationale Maatschappij der Buurtspoorwegen

NME: natuur- en milieu-educatie

N.M.P.: Nationale Maatschappij der Pijpleidingen

NMP: Nationaal Milieubeleidsplan (Nederland)

NMR: nuclaire magnetische resonantie

NOG: Natuurontwikkelingsgebieden

NTA: nitrilotriacetaat

NVG: Natuurverbindingsgebieden

ODP: ozone depletion potential

OESO: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling

OIVO: Onderzoeks- en Informatiecentrum van de Verbruikersorganisaties

ONO: ontgifting-neutralisatie-ontwatering

OVAM: Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest

PAK's: polyaromatische koolwaterstoffen

PAN: peroxyacetylnitraat

PARCOM: Paris Commission

PCB's: polychloorbifenylen

PCDD: polychloordibenzoparadioxine

PCDF: polychloordibenzofuraan

PCF's: volledig gefluoreerde koolwaterstoffen

pH: zuurtegraad

PIC: products of incomplete combustion

PIDPA: Provinciale en Intercommunale Drinkwatermaatschappij Provincie Antwerpen

PIH: Provinciaal Instituut voor Hygiëne

ppb: parts per billion

ppm: parts per million

PRESTI: Preventiestimulering

PROSA: Preventieonderzoek in het Scheldebekken gericht op afval- en emissiereductie

PVC: polyvinylchloride

QI: Quality Index

RADAR: radio detection and ranging

RAP: recyclage actieprogramma

RAPIDO: Recuperatie- en afvalpreventieplannen in de industrie als instrument voor duurzame ontwikkeling

REG: rationeel energiegebruik

REGG: rationeel energie- en grondstoffengebruik

RF: radiofrequentie

RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (Nederland)

RIZA: Rijksinstituut voor zuivering van afvalwater (Nederland)

RSV: Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen

RSZ: Rijksdienst voor Sociale Zekerheid

RUG: Universiteit Gent

RVS: roestvrij staal

RWZI: rioolwaterzuiveringsinstallatie

SAR: specific absorption rate

SCK-CEN: Studiecentrum voor kernenergie - Centre d'étude de l'énergie nucléaire

SERV: Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen

SIREV: Scheikundige Industrie Regio Vlaanderen

SPLASCH 2002: Strategisch Plan voor de Scheepsvaartwegen voor de periode 1992-2002

SSP: single-superfosfaat

STAR 21: Spoor Toekomst- Avenir du Rail: planning van NMBS voor 1990-2020

STEM: Studiecentrum voor Technologie, Energie en Milieu

SVV: Socialistische Vooruitziende Vrouwen

TCDD: tetrachloordibenzoparadioxine

TEQ: toxicologisch equivalent

TMVW: Tussengemeentelijke Maatschappij van Vlaanderen voor Watervoorziening

TME: Instituut voor Toegepaste Milieu-economie

TNO: Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Nederland)

TROP: Toeristisch Recreatief Ontwikkelingsplan

TSP: triple-superfosfaat

UFSIA: Universitaire Faculteiten Sint-Ignatius Antwerpen

UIA: Universitaire Instelling Antwerpen

ULM: ultra light model

UNCED: United Nations Conference on Environment and Development

UNEP: United Nations Environment Programme

UV: ultraviolet

VBO: Verbond van Belgische Ondernemingen

VCB: Vlaamse Confederatie Bouw

VCGT: Vlaams Commissariaat-Generaal voor Toerisme

VEV: Vlaams Economisch Verbond

VIP: Vlaams Infrastructuurplan

VITO: Vlaams Instelling voor Technologisch Onderzoek

VIZO: Vlaams Instituut Zelfstandig Ondernemen

VLAR: Vlaamse Maatschappij voor Afvalrecuperatie

VLAREM: Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning

VLARIO: Vlaamse Rioleringen en Afvalwaterzuivering

VLAVICO: Vlaamse Avifauna Commissie

VLIM: Vlaams Impulsprogramma Milieutechnologie

VLINA: Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling

V.M.H.: Vlaamse Milieuholding

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

VMW: Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

VMZ: Vlaamse Maatschappij voor Waterzuivering

VN: Verenigde Naties

VODO: Vlaams Overleg Duurzame Ontwikkeling

VOS: vluchtige organische stoffen

VROM: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (Nederland)

VUB: Vrije Universiteit Brussel

WCED: World Commission on Environment and Development

WEL: Water, Energie en Leefmilieu

WES: Westvlaams Economisch Studiebureau

WGO: Wereld-Gezondheidsorganisatie

WTCB: Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

Eenheden

A	ampère
a	are
BF	Belgische frank
Bq	Becquerel
d	dag
dB(A)	A-gewogen decibel
ECU	European Currency Unit
g	gram
GE	geureenheid
h	uur
Hz	Hertz
IE	inwonersequivalent
J	Joule
j	jaar
kWh	kilowattuur
l	liter
m	meter
Pa	Pascal
pH	zuurtegraad
pkm	personenkilometer
s	seconde
Sv	Sievert
t	ton
tkm	tonkilometer
V	Volt
vkm	voertuigkilometer
W	Watt
°C	graad Celsius

Voorvoegsels eenheden

10^{1}	= da	(deca)	10^{-1}	= d	(deci)
10^{2}	= h	(hecto)	10^{-2}	= c	(centi)
10^{3}	= k	(kilo)	10^{-3}	= m	(milli)
10^{6}	= M	(mega)	10^{-6}	= μ	(micro)
10^{9}	= G	(Giga)	10^{-9}	= n	(nano)
10^{12}	= T	(Tera)	10^{-12}	= p	(pico)
10^{15}	= P	(Peta)	10^{-15}	= f	(femto)

Afspraken cijferweergave

Europese decimale code: ,

Symbolen gebruikt in tabellen:

. = niet van toepassing

.. = gegevens niet beschikbaar

- = nihil (onbestaande)

0 = minder dan 0,5 van de bestaande eenheid

0,0 = minder dan 0,05 van de bestaande eenheid

* = voorlopig gegeven

Milieu en natuur gaan ons allen aan.
We willen graag bijdragen tot een schoner milieu, maar hoe?
Individueel kun je weinig bereiken. En ook groots opgezette acties hebben weinig zin als het doel niet duidelijk is.

Milieuproblemen zijn diep geworteld in onze manier van wonen, werken, consumeren, reizen en ontspannen. Wij zijn daarom allemaal verantwoordelijk voor de verstoring van natuurlijke evenwichten. Die verstoring heeft al (te) veel grenzen overschreden. De noodzaak van verandering tekent zich scherp af. Vechten tegen symptomen moet plaats maken voor structurele aanpassingen bij de huishoudens, landbouw, industrie en verkeer, waar de problemen ontstaan. Absolute bescherming van de open ruimte, terugdraaien van de vervuiling van water, lucht en bodem, vermindering van het gebruik van energie, water en grondstoffen zijn nodig om de richting naar een duurzame ontwikkeling in te slaan.

De ommekeer naar duurzame ontwikkeling zal moeizaam verlopen. Voor deze ommekeer stelt het rapport zinvolle doelstellingen en maatregelen voor. Zo kan het beleid komen tot een evenwichtige verdeling van de taken met een rechtvaardige spreiding van de gemeenschappelijke verantwoordelijkheid.

Leren om te keren is de eerste omvattende bijdrage van de Vlaamse wetenschappelijke wereld aan het inzicht in alle belangrijke processen van milieu- en natuurverstoring. Het rapport geeft de lezer een totaalbeeld van de milieutoestand in Vlaanderen.
Van juni 1993 tot april 1994 hebben 205 wetenschappers en deskundigen in volle wetenschappelijke vrijheid bijdragen geleverd aan dit milieu- en natuurrapport.

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

ISBN 90-5350-308-0

9 789053 503089