



MIRA-T 2003

Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: thema's



positieve evolutie, met de doelstelling binnen bereik



onduidelijke evolutie of beperkte positieve evolutie, maar onvoldoende om de doelstelling te bereiken



negatieve evolutie, verder weg van de doelstelling



nog onvoldoende informatie beschikbaar

MIRA-T 2003 | Milieu- en natuurrapport Vlaanderen | thema's

VLI.
VLAAMSE
FLAN
Ooste

INSTITUUT VOOR DE ZEELANDIA
MARINE INSTITUTE

Stuurgroep

Voorzitter:
Pieter Leroy (KUN/UA)

Secretaris:
Philippe D'Hondt (VMM)

Leden voor de Vlaamse Raad
voor Wetenschapsbeleid:
Rudi Verheyen (UA)
Hans Bruyninckx (HIVA)

Leden voor het College van
Secretarissen-generaal:
Rudy Herman (AWI)
Lars Hegemann (APS)

Leden voor de Milieu- en Natuurraad
Vlaanderen:
Bart Martens (BBL)
Jos Gysels (Natuurpunt)

Leden voor de Sociaal-Economische
Raad van Vlaanderen:
Annemie Bollen (secretariaat SERV)
Katleen Marien (VEV)

Onafhankelijke deskundigen:
Myriam Dumortier, Geert De Blust (IN)
Theo Rymen (Vito)
Jeroen Cockx (GMO)
Marc Vanheukelen (EC-DG Milieu)

Projectteam

Marleen Van Steertegem,
projectleider,
*is verantwoordelijk voor de
inhoudelijke sturing en verzorgde de
eindredactie van MIRA-T 2003.*

Myriam Bossuyt
Johan Brouwers
Caroline De Geest
Hanne Degans
Stijn Overloop
Bob Peeters
Lisbeth Stalpaert
Barbara Tieleman
Erika Vander Putten
Hugo Van Hooste
Jeroen Van Laer
*zorgden voor de inhoudelijke
opvolging en redactie van de
verschillende hoofdstukken.*

Sofie Janssens
*zorgde voor de administratieve
ondersteuning.*

76877

Milieu- en natuurrapport Vlaanderen | thema's

MIRA-T 2003

Overhandigd op 11 december 2003 aan Ludo Sannen,
Vlaams minister van Leefmilieu, Landbouw en
Ontwikkelingssamenwerking

Marleen Van Steertegem, *eindredactie*

Marleen Van Steertegem
(eindredactie)

MILIEU- EN NATUURRAPPORT
VLAANDEREN:
THEMA'S
MIRA-T 2003

Leuven
LannooCampus, 2003
490 blz.
D/2003/45/438
ISBN 90-209-5440-7
NUR 973/943/740

© Vlaamse Milieumaatschappij en
Uitgeverij Lannoo nv

*Alle rechten voorbehouden.
Behoudens de uitdrukkelijke bij wet
bepaalde uitzonderingen mag niets
uit deze uitgave worden
verveelvoudigd, opgeslagen in een
geautomatiseerd gegevensbestand of
openbaar gemaakt, op welke wijze
dan ook, zonder de uitdrukkelijke
voorafgaande en schriftelijke
toestemming van de opdrachtgever
en van de uitgever.*

LannooCampus
Naamsesteenweg 203
B-3001 Heverlee-Leuven (België)
www.lannoocampus.be

Opmaak:
Sofie Janssens, MIRA, VMM

Vormgeving en omslagontwerp:
Kaat Flamey
Vanden Broele | Grafische Groep

Foto cover: zefa

Gezet uit:
The Mix, The Serif en Stone Sans
door Yvan De Badrihayé
Grafieken door Marc Defever
Vanden Broele | Grafische Groep

Taalcorrectie:
Sandra Van Hauwaert
Vanden Broele | Grafische Groep

Gedrukt op 50 % post-consumer
gerecycleerd papier, chloorvrij en
zonder optische witmakers.

Mensen classificeren graag. Van jongs af aan geven we namen en ordenen we de dingen. 'Onder' en 'boven', 'links' en 'rechts': het geven van namen en het klasseren van dingen schept orde, het helpt ons - soms letterlijk, meestal figuurlijk - om ons te oriënteren. Classificeren schept daarmee ook enige rust. Ook later blijven we de dingen ordenen en indelen, en blijven we grenzen trekken. Bijvoorbeeld tussen wetenschap en beleid. Bij wetenschap hoort de gedreven zoektocht naar waarheid, naar geldige en betrouwbare kennis, hoort een gedegen kwaliteit en dus kwaliteitscontrole, en wetenschap is uit op fundamentele oorzaken. Bij beleid horen heel andere begrippen: beleid is op zoek naar oplossingen, is praktisch gericht, wordt gedreven door macht en draagvlak, en is uit op sturing en verandering.

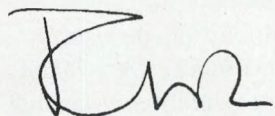
Op het eerste gezicht lijken het twee werelden, twee verschillende werelden. En het zijn ook twee verschillende werelden, met hun eigen spelers en instellingen, hun eigen regels en wetten, hun eigen eisen inzake kwaliteit. En daartussen zit MIRA, letterlijk als een grenzenwerker tussen wetenschap en beleid. In de eerste plaats is MIRA een product van zowel wetenschap als beleid: de informatie die de input voor MIRA vormt, is deels het resultaat van wetenschappelijk werk, deels van beleidsmatige monitoring. Via de Steunpunten Milieu en Gezondheid en Milieubeleidswetenschappen heeft Vlaanderen tussen beide nog weer een nieuwe link gelegd. Beide Steunpunten leveren ook toe aan MIRA. En in de tweede plaats is MIRA een product vóór zowel wetenschap als beleid: de gegevens in MIRA en de conclusies daaruit moeten voldoen aan de eisen van de wetenschappelijkheid én aan de eisen van de beleidsrelevantie. Deze laatste eis leidde er bijvoorbeeld toe dat dit MIRA T 2003 de doelstellingen van het Milieubeleidsplan 2003-2007 (het MINA-plan 3) als ijkpunt neemt. En in de derde plaats levert MIRA op haar beurt weer een input in zowel wetenschap als beleid: MIRA legt leemtes in de kennis en nieuwe vragen voor de wetenschap bloot, en laat via de beleidsevaluatie ook nog onvoldoende beantwoorde beleidsvragen zien. Die Janus-positie van MIRA is in het decreet vastgelegd, want MIRA moet wetenschappelijk én beleidsrelevant zijn. Dat geldt niet alleen voor MIRA trouwens, maar voor alle milieurapportering, ook in het buitenland.

Die positie maakt MIRA spannend, maar allesbehalve eenvoudig. En het maakt het productieproces achter MIRA voortdurend en noodgedwongen innovatief. Dat productieproces laat, ten eerste, een geleidelijk indrukwekkend netwerk van auteurs en lectoren zien, uit wetenschap en beleid, uit belangengroepen en advieswereld. Veel MIRA-producten, ook dit rapport en vele hoofdstukken daaruit, zijn letterlijk het gezamenlijke product van auteurs uit heel verschillende werelden. In dat netwerk is, ten tweede, een bijzonder systeem van onderlinge

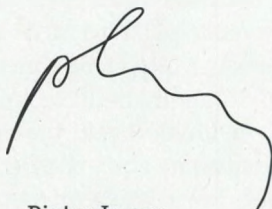
kwaliteitscontrole ontstaan: het systeem van lectoren functioneert als een systeem van (soms erg) uitgebreide peer review. Daarmee overschrijdt MIRA inderdaad de grenzen tussen wetenschap en beleid, en combineert het de kwaliteitseisen uit die beide werelden.

Die positie maakt het ook mogelijk dat MIRA telkens weer grenzen verlegt. Dat gaat soms met grote stappen, soms met kleine. In dit MIRA T 2003 is, in vergelijking met vroeger, een nieuw deel 'gevolgen' voor mens, natuur en economie toegevoegd. Het is wetenschappelijk niet eenvoudig die eindgevolgen van de ontwikkeling van de milieukwaliteit in kaart te brengen. Tegelijkertijd zijn ze zeer beleidsrelevant, omdat de maatschappelijke belangstelling en de politieke prioriteit voor milieuvraagstukken er direct mee samenhangen. Het maakt weer eens de Janus-positie van MIRA duidelijk. Hetzelfde geldt voor drie nieuwe hoofdstukken: over vlamvertragers, over niet-ioniserende straling en over genetisch gemodificeerde organismen. Stuk voor stuk wetenschappelijk lastig in te schatten bedreigingen voor ons milieu, maar stuk voor stuk met een grote maatschappelijke relevantie.

MIRA T 2003 past hiermee, als negende rapport, uitstekend in de tienjarige traditie van MIRA als initiatief, als proces, als instelling, als grenzenwerker tussen wetenschap en beleid. Onze dank gaat uit naar diegenen die eraan hebben bijgedragen: wetenschappers, beleidsmakers, vertegenwoordigers van allerlei maatschappelijke belangenorganisaties enzovoort. En de meeste dank gaat uit naar het team dat, onder leiding van Marleen Van Steertegem, eens te meer dit werken tussen wetenschap en beleid, dit werken aan de grenzen van wetenschap en beleid, tot een goed einde heeft gebracht. Janus kijkt tevreden aan beide kanten.



Frank Van Sevenscoten
Administrateur-generaal VMM



Pieter Leroy
Voorzitter Stuurgroep MIRA

November 2003

Indicatoren in MIRA-T 2003	9
Samenvatting: Signalen van MIRA-T 2003	17
Inleiding	29

Deel 1 - Sectoren

1.1	Bevolking	39
1.2	Industrie	53
1.3	Energie	67
1.4	Landbouw & visserij	85
1.5	Verkeer & vervoer	99
1.6	Handel & diensten	113
1.7	Toerisme & recreatie	127

Deel 2 - Thema's

2.1	Verspreiding van vluchtige organische stoffen (VOS)	137
2.2	Verspreiding van producten van onvolledige verbranding (POV's)	147
2.3	Verspreiding van zware metalen	157
2.4	Verspreiding van bestrijdingsmiddelen	171
2.5	Verspreiding van zwevend stof	183
2.6	Ioniserende straling	191
2.7	Lawaai	203
2.8	Stank	213
2.9	Lichthinder	215
2.10	Versnippering	217
2.11	Verstoring van de waterhuishouding	229
2.12	Vermesting	241
2.13	Verzuring	251
2.14	Fotochemische luchtverontreiniging	263
2.15	Aantasting van de ozonlaag	275
2.16	Klimaatverandering	287
2.17	Gebruik van grondstoffen	303
2.18	Beheer van afvalstoffen	313
2.19	Kwaliteit oppervlaktewater	323
2.20a	Kwaliteit bodem: verontreiniging	335
2.20b	Kwaliteit bodem: erosie	345

- 2.21 Niet-ioniserende straling 357
- 2.22 Gebruik van genetisch gemodificeerde organismen 367
- 2.23 Verspreiding van PCB's 379
- 2.24 Verspreiding van gebromeerde vlamvertragers 387

Deel 3 – Gevolgen voor mens, natuur en economie

- 3.1 Mens 399
- 3.2 Natuur 409
- 3.3 Economie 421

Kernset milieudata 437
Begrippen 453
Afkortingen 474
Scheikundige symbolen 479
Eenheden 480
Voorvoegsels eenheden 481
Afspraken cijferweergave 481
Index 483

Leeswijzer

Bij de indicatoren staat telkens een verwijzing naar hun plaats in de milieu-verstoringsketen (DPSIR-keten):

A: (maatschappelijke) activiteiten, D: druk, T: toestand, G: gevolgen,
R: respons

Een * duidt indicatoren aan die ook opgenomen zijn in de kernset *Ecologische duurzaamheidsindicatoren* van het MINA-plan 3 (Milieubeleidsplan 2003-2007).

De indicatoren in deel 2 en 3 hebben telkens een beoordeling gekregen aan de hand van een smiley:



positieve evolutie, met de doelstelling binnen bereik



onduidelijke evolutie of beperkte positieve evolutie, maar onvoldoende om de doelstelling te bereiken



negatieve evolutie, verder weg van de doelstelling



nog onvoldoende informatie beschikbaar

Deel 1: Sectoren

1.1	Bevolking	Eco-efficiëntie van de bevolking	D/A
		Bevolkingsaantal en huishoudens	A
		Inkomensevolutie, consumptiepatroon en bezit van gebruiksgoederen	A
		Ruimtegebruik voor het wonen	D
		Energiegebruik en CO ₂ -emissie	D
		Aanbod termate te verwijderen huishoudelijk afval*	D
		Preventie van huishoudelijke afvalstoffen	R

1.2	Industrie	Eco-efficiëntie van de industrie *	D/A
		Industriële productie	A
		Energiegebruik en CO ₂ -emissie	D
		Emissie van NMVOS, NO _x en SO ₂ in lucht	D
		Lozingen van CZV, N en zware metalen in bedrijfs-afvalwater	D
		Productie van afval en gevaarlijk afval	D
1.3	Energie	Eco-efficiëntie van de energiesector	D/A
		Energiegebruik in Vlaanderen *	D
		Energieprijzen	R
		Energie- en koolstofintensiteit van Vlaanderen	D/A ; D/D
		Productie door elektriciteitsbedrijven en petroleum-raffinaderijen	A
		Productie van elektriciteit, warmte en brandstoffen uit hernieuwbare energiebronnen *	R
		Productie van elektriciteit en warmte door middel van WKK	R
		Emissie van broeikasgassen	D
		Emissie van ozonprecursoren	D
1.4	Landbouw & visserij	Eco-efficiëntie van landbouw & visserij	D/A
		Veestapel en dierlijke mestproductie	A
		Biologische en geïntegreerde landbouw *	R
		EU-subsidies in relatie tot milieu en plattelands-ontwikkeling	R
		Omvang van de Belgische zeevisserijvloot	A
		Emissie van broeikasgassen	D
		Vangsten en quota zeevisserij	D
1.5	Verkeer & vervoer	Eco-efficiëntie van het wegverkeer	D/A
		Aantal transportmiddelen voor het wegverkeer	A
		Transportstromen *	A
		Energiegebruik	D
		Emissie van CO ₂ , NO _x , NMVOS, PM ₁₀ en SO ₂ naar de lucht	D
		Marginale milieuschadeprijzen	G
1.6	Handel & diensten	Eco-efficiëntie van handel & diensten (energiegebruik per eenheid activiteit)	D/A
		Bruto toegevoegde waarde, aantal werknemers en andere activiteiten	A
		Energiegebruik	D
		Emissie van broeikasgassen	D
		Productie van afval	D
		Interne milieuzorg: papiergebruik in het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap	R
		Interne milieuzorg: beleidsacties *	R

1.7	Toerisme & recreatie	Aantal overnachtingen in Vlaanderen	A
		Europese Ecolabels	R
		Ruimtegebruik door toerisme & recreatie in Vlaanderen	D

Deel 2: Milieuthema's

2.1	Verspreiding VOS	 NMVOS-emissie in lucht	D
		 Benzeenemissie in lucht	D
		 Benzeenconcentratie in omgevingslucht	T
		 NMVOS-concentratie in paling uit oppervlakte-water	T
		 NMVOS-concentratie in binnenruimten	G
2.2	Verspreiding POV's	 CO-emissie in lucht	D
		 PAK-emissie in lucht	D
		 Dioxine-emissie in lucht	D
		 CO-concentratie in lucht	T
		 Concentratie benzo(a)pyreen in lucht	T
		 Dioxinedepositie	T
		 Dioxineconcentratie in koemelk	G
2.3	Verspreiding zware metalen	Emissie van zware metalen in lucht	D
		 As, Cd, Cr, Pb	
		 Cu, Ni, Zn, Hg	
		Emissie van zware metalen in oppervlakte-water *	D
		 As, Cd, Cr, Hg, Ni	
		 Cu, Pb, Zn	
		Concentratie van zware metalen in lucht	T
		 Pb, Hg	
		 As, Cd, Ni	
		Concentratie van zware metalen in oppervlaktewater	T
		 As, Cd, Cr, Hg,	
		 Cu, Ni, Zn, Pb	
		 Concentratie aan zware metalen in bloed en urine	G
		 Bioaccumulatie van zware metalen in paling	G
2.4	Verspreiding bestrijdingsmiddelen	 Druk op waterleven door gewasbescherming *	D
		 Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater	T
		 Bestrijdingsmiddelen in regenwater	T
		 Bestrijdingsmiddelen in waterbodern	T
		 Bioaccumulatie van bestrijdingsmiddelen in paling	G

2.5	Verspreiding zwevend stof	☹️	Emissie van PM ₁₀	D
		☹️	Emissie van PM _{2,5}	D
		☹️	Jaargemiddelde PM ₁₀ -concentratie in lucht	T
		🔴	Daggemiddelde PM ₁₀ -concentratie in lucht	T
		☹️	Verloren gezonde levensjaren (DALY's) *	G
		☹️	Externe gezondheidskosten	G
2.6	Ioniserende straling	🔴	Aantal medische onderzoeken in de radiologie en de nucleaire geneeskunde	D
		🔴	Vast nucleair afval opgeslagen in afwachting van berging	D
		🔴	Blootstelling door radiologische onderzoeken en nucleaire geneeskunde	T
		☹️	Inventaris van installaties en sites met radioactieve stoffen	T
		☹️	Gezondheidseffecten van radon	G
		☹️	Risicoperceptie van ioniserende straling in Vlaanderen	G
2.7	Lawaai	☹️ tot 😊	Typische geluidsemissie door het verkeer op autosnelwegen	D
		🔴	Percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeergeluid ($L_{Aeq,dag}$ en $L_{Aden} > 65$ dB(A))	T
		😊	Aantal inwoners blootgesteld aan vliegtuigeluid rond Brussel-Nationaal en regionale luchthavens ($L_{Adn} > 60$ dB(A))	T
		?	Gemiddeld aantal vliegtuiggecorreleerde geluidsevents per maand gedurende de nachtperiode boven $L_{Aeq,1sec,max} \geq 75$ dB(A)	T
		☹️	Aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid *	G
		☹️	Potentiële geluidsverstoring van ecotopen geschikt voor geluidsgevoelige vogelsoorten	G
2.8	Stank	Geen indicatoren in MIRA-T 2003		
2.9	Lichthinder	Geen indicatoren in MIRA-T 2003		
2.10	Versnippering	🔴	Toename van de bebouwing *	D
		☹️	Verspreiding van de bebouwing	D
		🔴	Versnippering van de open ruimte	T
2.11	Verstoring waterhuishouding	☹️	Watergebruik *	D
		🔴	Afstroming van verharde en niet verharde oppervlakte	D
		🔴	Waterstanden in het getijgebonden deel van de Schelde	T
		🔴	Grondwaterstand in het Centraal Vlaams Stelsysteem	T
		☹️	Ondiepe grondwaterstand in natuurgebieden	T
		?	Risico op schade door overstromingen	G

2.12 Vermesting		Overschot op de nutriëntenbalans van de landbouw *	D
		Mestverwerking en -export	R
		Vermestende emissie van de doelgroepen	D
		Rendement nutriëntenverwijdering in de openbare afvalwaterzuivering	R
		Nitraatconcentratie in het oppervlaktewater (MAP-meetnet) *	T
		Rode Lijst hogere planten en vermisting	G
2.13 Verzuring		Potentieel verzurende emissie *	D
		Concentratie verzurende stoffen in omgevingslucht	T
		Verzurende depositie	T
		Oppervlakte natuur met overschrijding kritische last verzuring	G
		Aandeel van de verzuringsindicator <i>Eunotia exigua</i>	G
2.14 Fotochemische luchtverontreiniging		Toestandsindicatoren voor de volksgezondheid:	T
		Overschrijdingsindicator ($\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$) *	
		Jaaroverlast ($\text{AOT60}_{\text{ppb-max8u}}$)	
		Jaargemiddelde (GMD-max8u)	
		Seizoensoverlast ($\text{AOT40}_{\text{ppb-vegetatie}}$)	T
		Gezondheidsimpact	G
2.15 Aantasting ozonlaag		Potentieel opbrengstverlies van graan- gewassen	G
		Emissie van ozonafbrekende stoffen	D
		Ingezelde koel- en vriestoestellen met recuperatie van koel- en blaasmiddel	R
		Recuperatie en vernietiging van halonen afkomstig van brandbeveiligingssystemen en blusapparaten	R
		Dikte van de ozonlaag	T
		Chloorverbindingen in de atmosfeer	T
2.16 Klimaatverandering	?	UV-straling	T
		Emissie van broeikasgassen *	D
		Evolutie van de temperatuur	T
		Evolutie van de neerslag	T
	?	Gezondheidseffecten van klimaatverandering	G
	?	Impact op fauna en flora	G
2.17 Gebruik grondstoffen	?	Impact van klimaatbeleid en klimaatverandering op de economie	G
		Totale Materialen Behoefte *	D
		Eigen Materialen Consumptie	D

2.18	Beheer afvalstoffen		Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval:*	D
		☹️	Totaal	
		😊	Terminaal te verwijderen	
			Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval per fractie:	D
		😊	Selectieve inzamelgraad	
		🔴	Totale hoeveelheid van de fracties	
		☹️	Hoeveelheid bedrijfsafval	D
2.19	Kwaliteit oppervlakte-water	🔴	Hoeveelheid gestort bedrijfsafval	D
		😊	Belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P door bevolking en industrie	D
		☹️	Belasting van het oppervlaktewater met N en P door landbouw	D
		☹️	Prati-index voor zuurstofverzadiging	T
		☹️	Gemiddelde concentratie $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, o-PO_4 , CZV en zuurstofconcentratie *	T
		?	Aandeel trajecten met waardevolle structuurkenmerken	T
		☹️	Belgische Biotische Index *	G
2.20a	Kwaliteit bodem: verontreiniging	🔴	Index voor biotische integriteit	G
		☹️	Gekend aantal verontreinigde gronden	T
		😊	Aantal verontreinigde gronden in verschillende fasen van bodemonderzoek en -sanering	R
2.20b	Kwaliteit bodem: erosie	?	Kostprijs van bodemsanering	G
		☹️	Erosiviteit van de neerslag	D
		🔴	Erosiegevoeligheid van het landgebruik	D
		☹️	Bodemerossie in Vlaanderen	T
2.21	Niet-ioniserende straling	☹️	Sedimentaanvoer naar Vlaamse waterlopen	G
		😊	Magnetische veldbelasting van het bovengronds hoogspanningsnet	D
		?	Gemiddeld uitgezonden vermogen per oppervlakte door zendmasten voor omroep en mobiele communicatie	D
		☹️	Magnetisch inductieveld (B-veld) rond hoogspanningslijnen	T
		😊	Elektrisch veld rond GSM-zendmasten	T
		☹️	Bevolking blootgesteld aan gemiddeld magnetische veld van $0,4 \mu\text{T}$	G
		😊	Specifiek Absorptie Tempo (SAT) in het menselijk lichaam veroorzaakt door zendmasten voor mobiele communicatie	G

2.22	Gebruik van GGO's	?	Ingeperkt gebruik van GGO's in Vlaanderen	A
		?	Veldproeven met transgene gewassen in België	D
		?	Rassenproeven met transgene gewassen	D
		?	Transgene gewassen wereldwijd	D
2.23	Verspreiding PCB's	😊	Evolutie van de nog te vernietigen PCB-houdende apparaten	R
		?	Depositie van PCB's	T
		😐	PCB-concentratie in waterbodembodem	T
		😞	PCB-concentratie in paling uit oppervlaktewater	T
		😞	PCB-concentratie in voedsel	G
2.24	Verspreiding gebromeerde vlamvertragers	😞	Evolutie van het gebruik van gebromeerde vlamvertragers	D
		😞	Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in waterbodembodem	T
		😞	Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in paling uit oppervlaktewater	T

Deel 3: Gevolgen voor mens, natuur en economie

3.1	Mens	?	Verloren gezonde levensjaren in Vlaanderen	G
		?	Biomonitoring van PCB's en dioxines	G
		?	Biomonitoring van genotoxische stoffen	G
		?	Biomonitoring van lood en cadmium	G
3.2	Natuur	😊	Vissen	G
		😞	Amfibieën	G
		😞	Waterplanten in de kustpolders	G
		😞	Bedreigde planten volgens biotoop	G
		😐	Vlaams Ecologisch Netwerk	R
		😊	Draagvlak voor natuurbehoud	R
3.3	Economie	😐	Vergroening van het belastingstelsel	R
		😞	Externe gezondheidskosten door luchtvervuiling: een aantal polluenten	G
		😞	Internalisering van externe kosten van het wegverkeer	R ; G

Referenties

MINA-plan 3, Milieubeleidsplan 2003-2007. Goedgekeurd door de Vlaamse regering op 19 september 2003. www.milieubeleidsplan.be

Samenvatting: Signalen van MIRA-T 2003

Marleen Van Steertegem, projectleider MIRA, VMM

MIRA – het Milieu- en natuurrapport Vlaanderen – staat in voor de wetenschappelijke onderbouwing van de milieubeleidsplanning. Op 19 september 2003 keurde de Vlaamse regering het MINA-plan 3 (2003-2007) goed. Voor de eerste keer beslaat dit Milieubeleidsplan het volledige Vlaamse milieubeleid. Samen met dit nieuwe plan is ook voor het eerst een *kernset Ecologische duurzaamheidsindicatoren* voorgesteld met een 30-tal planindicatoren voor 6 strategisch belangrijke domeinen (www.milieubeleidsplan.be). In het vijfde themarapport MIRA-T 2003 zijn ongeveer 175 indicatoren uitgewerkt, verdeeld over de verschillende schakels van de milieuverstoringsketen. Op enkele uitzonderingen na, zijn de *planindicatoren* terug te vinden in de verschillende hoofdstukken van MIRA-T 2003.

De verschillende indicatoren in MIRA-T 2003 kunnen gelezen worden als signalen hoe het met de milieukwaliteit in Vlaanderen gesteld is en of de beleidsdoelstellingen gehaald worden. Voor de samenvatting van MIRA-T 2003 is gekozen om deze signalen te bundelen volgens de 6 strategische domeinen van de kernset van het MINA-plan 3. Zoals vermeld in het milieubeleidsplan, is deze indeling gebaseerd op de doelstellingen van het DABM¹ en op internationale prioriteiten. Per domein komt telkens de uitwerking van de planindicator in MIRA-T 2003 aan bod, aangevuld met verwante informatie uit de verschillende hoofdstukken van het voorliggende themarapport. Deze werkwijze moet ertoe bijdragen de milieurapportering en de milieubeleidsplanning verder te laten samenspreken.

1 Duurzaam gebruik van hulpbronnen

— Afvalstoffen

In 2002 werd in Vlaanderen per inwoner 556 kg *huishoudelijk afval* ingezameld, wat 3 kg minder is dan in 2001. Voor het eerst sinds 1991 is de huishoudelijke afvalberg niet verder gegroeid en bedroeg in totaal 3 331 kton afval. Het zal nog moeten blijken of het om een trendbreuk gaat en of de doelstelling van 3 059 kton in 2007 zal gehaald worden. De daling van het aanbod huishoudelijk afval per consumptie-eenheid lijkt erop te wijzen dat het *preventiebeleid* stil-

¹ Decreet houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid van 5 april 1995, BS 3 juni 1995.

aan resultaten laat zien. Voorbeelden hiervan zijn de gedifferentieerde tarifiering (diftar) voor selectieve stromen, de uitbouw van kringloopcentra en het stimuleren van thuiscomposteren.

Huishoudelijk afval maakt slechts 10 % uit van de totale afvalberg, de rest is *bedrijfsafval*. De industrie produceert ongeveer tweemaal zoveel primair bedrijfsafval dan handel & diensten. De productie van primair bedrijfsafval houdt min of meer gelijke tred met het bruto binnenlands product (BBP), maar het beleid wil tegen 2007 een loskoppeling realiseren. Voor *radioactief afval* dringen doorgedreven onderzoeksinspanningen zich op, wil men binnen een redelijke termijn tot een definitieve oplossing komen voor de berging van radioactief afval.

— Energiegebruik

In de periode 1990-2002 nam het *bruto binnenlands energiegebruik* in Vlaanderen toe met bijna 36 %. Met uitzondering van de sector landbouw & visserij droegen alle sectoren bij tot deze groei. Vooral industrie en handel & diensten lieten een sterke stijging optekenen met meer dan 60 %. Sinds 1999 daalt de *energie-afhankelijkheid* van de Vlaamse economie omdat de economie sneller groeide dan het energiegebruik. Dit is toe te schrijven aan een verschuiving van het economisch belang van de industrie naar de minder energie-intensieve sector van handel & diensten.

Energiegebruik – en het gebruik van fossiele brandstoffen in het bijzonder – veroorzaakt 82 % van de broeikasgasemissies. Het is vooral het milieubeleid dat een omschakeling naar minder koolstofintensieve brandstoffen bevordert in Vlaanderen. Het energiebeleid heeft een neutrale houding t.o.v. de brandstofkeuze en heeft dan ook geen instrumenten ontwikkeld om brandstofomschakeling teweeg te brengen. Vlaanderen voert een beleid van *rationeel energiegebruik (REG)* dat hoofdzakelijk steunt op drie pijlers: energieprestatie-regelgeving (EPR) voor gebouwen, REG-actieplannen van de elektriciteitsnetbeheerders en *benchmarkingconvenanten* voor de industrie. De meeste energie-economen zijn het er over eens dat de prijselasticiteit van energie eerder inelastisch is, maar wel significant verschillend van nul. Dit betekent dat de overheid de energiekeuze van de eindgebruikers kan beïnvloeden door de invoering van een energietaks.

— Watergebruik

De laatste 10 jaar is het totaal watergebruik (excl. koelwater) in Vlaanderen gedaald met bijna 15 %. Dit is voornamelijk te verklaren door een daling van het gebruik van oppervlaktewater. Daarentegen is het gebruik van grondwater ongeveer constant gebleven en nam het gebruik van drinkwater nog lichtjes toe in deze periode.

Het dagelijkse huishoudelijk drinkwatergebruik wordt geschat op 110 liter per inwoner. Met sensibilisatiecampagnes zoals 'Water, elke druppel telt' en maat-

regelen van het drinkwaterdecreet (mei 2002) wil het beleid de doelstelling van 98 liter per inwoner halen tegen 2007. De resultaten van lopende waterbesparingsstudies bij verschillende (deel)sectoren moeten in 2004 resulteren in sectorspecifieke sensibilisatiecampagnes.

— Grondstoffengebruik

Om onze welvaart te realiseren, werd er in 2002 per inwoner 141 ton grondstoffen in beweging gezet (*totale materialenbehoefte, TMB*). Dit is een stijging met 9 % t.o.v. 2001. Ongeveer driekwart van deze hoeveelheid zijn zogenaamde *verborgen stromen*, dit zijn grondstoffen die niet worden verbruikt maar wel een belasting van het milieu veroorzaken (bv. afgegraven grondlagen bij ertswinningen). Vlaanderen is sterk gericht op de export en verwerkt een aantal grondstoffen waaraan hoge verborgen stromen verbonden zijn, zoals metalen en diamant. Daarom is de Vlaamse TMB beduidend hoger dan landen met een vergelijkbaar welvaartsniveau. Om een blijvende ontkoppeling tussen grondstoffengebruik en economische groei te realiseren, moet zowel het volume als de samenstelling van de gebruikte grondstofstromen veranderen. Hiervoor is een *geïntegreerd grondstoffenbeleid* nodig met minder vrijblijvende – en bij voorkeur – kwantitatieve doelstellingen. Verborgen stromen gekoppeld aan import van grondstoffen zijn procentueel gezien veel hoger dan deze bij eigen ontginningen. *Technologieoverdracht* vanuit Vlaanderen naar de handelspartners zou de grote verborgen stromen die we daar veroorzaken, kunnen inperken.

In het noordoosten van de Atlantische Oceaan (incl. Noordzee) bevindt een kwart van de *visstocks* zich buiten hun veilige biologische grenzen. Ondanks een dalende Belgische visserij-inspanning, draagt ook de Belgische vloot bij tot de overbevissing op Europese schaal.

— Ruimtegebruik

De oppervlakte die elke inwoner in Vlaanderen inneemt voor het wonen, neemt verder toe van 212 m² in 1990 tot 258 m² in 2002. Door onze manier van bouwen (uitdijende woonkernen, lintbebouwing) is de weinige open ruimte die Vlaanderen nog kent, erg *versnipperd*. De stukken open ruimte zijn dan ook klein en erg verspreid in het landschap. Als gevolg van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen zien we wel dat nieuwe bebouwing meer en meer gebeurt in reeds sterk verstedelijkte kernen. Het is te verwachten dat de versnippering van de open ruimte door bebouwing in de toekomst minder snel zal toenemen en zal stabiliseren. Versnippering heeft ook gevolgen voor de *biodiversiteit*. Kleine natuurgebieden hebben meer last van externe verstoringen en zijn minder geschikt voor herstelmaatregelen. Populaties van planten en dieren raken geïsoleerd en kunnen uitsterven.

De toename van de bebouwde en verharde oppervlakte in Vlaanderen geeft ook aanleiding tot een versnelde afstroming van regenwater met meer kans op *overstromingen* tot gevolg. Deze versnelde afstroming zorgt plaatselijk ook voor een verminderde infiltratie, met *verdroging* tot gevolg.

2 Bescherming van het milieu

— Klimaatverandering

Wereldwijd was 2002 het tweede warmste jaar van de voorbije anderhalve eeuw. Ook in Ukkel werd het record van 1989 benaderd in 2002. Analyse van de *neerslaggegevens* van de laatste honderd jaar toonde aan dat de gemiddelde hoeveelheid neerslag in ons land duidelijk stijgt, met 2001 en 2002 als record-jaren. De klimaatveranderingen van de laatste 50 jaar zijn volgens het IPCC met grote waarschijnlijkheid toe te schrijven aan menselijke activiteiten, zoals gebruik van fossiele brandstoffen en ontbossing, die de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer verhogen. Door de lange levensduur van deze broeikasgassen zal deze antropogene klimaatverandering nog verschillende eeuwen blijven doorwerken.

In Vlaanderen is de uitstoot van de broeikasgassen (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , HFK's en PFK's) sedert 1990 met 12,7 % gestegen. Deze stijging staat haaks op de (Belgische) reductieverplichting van het *Kyoto-protocol* van 7,5 % in de periode 2008-2012 t.o.v. het referentiejaar 1990 én de stabilisatiedoelstelling tegen 2005 waartoe Vlaanderen zich geëngageerd heeft.

De toename van de broeikasgasemissie in Vlaanderen is voornamelijk het gevolg van een stijging van de CO_2 -uitstoot afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen. CO_2 blijft met een aandeel van 82,5 % in de uitstoot het belangrijkste broeikasgas. Een beleid gericht op REG is cruciaal om een emissie-reductie mogelijk te maken, maar de uitvoering van REG wordt bemoeilijkt door de bevoegdheidsverdeling in België en de moeilijke samenwerking tussen de gewesten en de federale overheid. De meeste sectoren in Vlaanderen hebben een lager *energierendement* dan in de buurlanden. Gecorrigeerd voor structurele en klimatologische verschillen, scoort de industrie maar gemiddeld. Het energierendement in woningen en binnen de sector handel & diensten scoort laag in vergelijking met andere EU-lidstaten. Er is een wetenschappelijke consensus dat er aanzienlijke onontgonnen reserves van *rendabele energiebesparing* bestaan in de industrielanden. Het aanboren van deze reserves zou, zeker in een eerste fase, een winst in plaats van een kost voor de eigen economie betekenen.

Niettegenstaande de gunstige evolutie van de emissie van ozonafbrekende stoffen, blijft het probleem van de *alternatieve producten* (bv. fluorkoolwaterstoffen) die een sterk opwarmend effect hebben en aldus het broeikaseffect verhogen. Men meet al minder hoge concentraties van ozonafbrekende stoffen in de stratosfeer (de hogere luchtlagen van de atmosfeer). Maar door de interactie met de klimaatverandering, nl. een daling van de stratosferische temperatuur, kan de efficiëntie van de ozonafbrekende stoffen dan weer verhogen, wat het herstel van de ozonlaag kan vertragen.

— Luchtkwaliteit – verzurende stoffen

Verzurende stoffen zijn schadelijk voor mens en natuur. De emissieplafonds voor SO_2 , NO_x en NH_3 in 2010 van de Europese NEM-richtlijn (Nationale Emissie Maxima) komen stilaan in zicht. Van de 60 % reductie die Vlaanderen tussen 1990 en 2010 moet realiseren, is in 2002 al driekwart overbrugd. Nochtans zal het bereiken van de doelstellingen nog inspanningen vragen met financiële gevolgen. Ondertussen worden de gezondheidsdrempels in Vlaanderen nog maar zelden overschreden. Ecosystemen zijn echter gevoeliger voor verzuring dan de mens. In 2002 was de depositie in bijna driekwart van de ecosystemen (68 %) zo hoog dat schadelijke effecten kunnen verwacht worden. Alhoewel dit een duidelijke verbetering is sinds 1990, liggen de depositiedoelstellingen nog veraf. Daarom dient de meeste aandacht te gaan naar een algemene emissiereductie. Een gebiedsgericht beleid is pas kosteneffectief bij een voldoende laag algemeen depositieniveau, wat in Vlaanderen nog niet het geval is.

— Kwaliteit van het oppervlaktewater

De laatste 10 jaar daalde de *industriële belasting* van het oppervlaktewater sterk. Zo nam de BZV-vracht af met 80 % en de N-vracht met 50 %. Een analoge evolutie zien we bij de *huishoudelijke belasting*: de BZV-vracht daalde met 38 %, de N-vracht met 26 %. De N- en P-vrachten van *agrarische oorsprong* daalden echter niet. Ondanks de gunstige trend voor de meeste waterkwaliteitsparameters, voldoet een groot deel van de meetplaatsen nog steeds niet aan de basiskwaliteitsnormen. In 2002 werd voor het eerst een stijging van het aandeel 'aanvaardbare' en 'niet verontreinigde' oppervlaktewateren voor de *Prati-index voor zuurstof* (PI_O) opgetekend. Deze verbetering is niet enkel te danken aan de industrie en overheid (waterzuivering), maar is ook het gevolg van gunstige – natte – weersomstandigheden in 2002. De basiskwaliteitsnorm voor biologische waterkwaliteit (*BBI*) wordt gehaald in 30 % van de meetplaatsen. De inspanningen van waterzuivering moeten worden verder gezet. Om de doelstelling van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRLW) van 80 % aansluitingsgraad tegen 2007 te realiseren, moet nog een kloof van 20 % overbrugd worden. De regering heeft hiertoe de subsidiëring verhoogd maar cruciale investeringsprojecten zijn reeds geruime tijd geblokkeerd.

In landbouwgebied zien we het vierde jaar op rij een vermindering van het aantal overschrijdingen van de nitraatnorm (50 mg/l) in oppervlaktewater (*MAP-meetnet*). Dit is een positief signaal maar hiermee is het *eutrofiëringsprobleem* van oppervlaktewater niet opgelost. Scherpere natuurgerichte normen ontbreken nog.

Niettegenstaande het herstel van de vispopulaties in de grote rivieren in Vlaanderen, gaat de algemene toestand van de vissen (*visindex*) in de Vlaamse waterlopen achteruit. Dit is niet enkel toe te schrijven aan de slechte kwaliteit van water en waterbodem, maar ook aan de slechte *structuurkwaliteit* van de waterlopen. Ongeveer de helft van de reeds onderzochte trajecten in 9 stroomgebie-

den heeft een matige structuurkwaliteit en slechts 1 op 6 trajecten heeft een waardevolle structuur. De KRLW legt een opvolging van deze structuurkwaliteit op.

— Kwaliteit van de bodem – nutriënten

In 2002 bedroeg het overschot op de *nutriëntenbalans* van de landbouw 184 kg/ha stikstof (252 kg/ha stikstof incl. ammoniak) en 31 kg/ha fosfor. Dit betekent een daling met respectievelijk een derde en de helft t.o.v. 1990. De daling in 2002 t.o.v. 2001 komt door een verminderd kunstmestgebruik, een verbeterde voederefficiëntie en een krimpende veestapel. Om de doelstellingen voor 2007 van het MINA-plan 3 te bereiken, moet nog een kloof van 114 kg N/ha en 27 kg P/ha overbrugd worden. De nutriëntenbalans lijkt ook een geschikt instrument om op bedrijfsniveau de nutriëntenefficiëntie te verbeteren.

Driekwart van de vermestende emissies in Vlaanderen komt van de landbouw. De laatste 10 jaar zien we een sterke emissiereductie van stikstof en fosfor in de richting van de doelstellingen. De landbouw heeft een belangrijk aandeel in deze daling, evenals de industrie. Voor de afvalwaterlozingen van de bevolking is een inhaalbeweging bezig.

— Verspreiding van zware metalen

De laatste 15 jaar dalen de emissies van zware metalen naar het *oppervlaktewater* gestaag, maar de laatste jaren zien we nog maar weinig verbetering. Voor As, Cd, Cr, Hg en Ni is de doelstelling voor 2002 gehaald, voor Cu, Pb en Zn zijn nog inspanningen nodig. De huishoudens loosden in 2002 bijna een kwart van de zware metalen (in metaalequivalenten) in oppervlaktewater, de industrie slechts een derde van de hoeveelheid geloosd door de bevolking. Ongeveer driekwart van alle lozingen zijn zogenaamde diffuse lozingen (bv. corrosie van gebouwen, bodemerosie) waarbij de cijfers nog altijd een grote onzekerheidsgraad inhouden. Het MINA-plan 3 maakt van de aanpak van diffuse lozingen een prioriteit (Reductieprogramma Gevaarlijke Stoffen). Niettegenstaande de dalende emissies, worden zware metalen gedetecteerd in mens en dier. Historische verontreiniging en plaatselijke bronnen hebben hierin een belangrijke rol. Naast minerale oliën zijn zware metalen een veel voorkomende groep van poluënten in verontreinigde gronden.

— Verspreiding van chemicaliën

De meest toxische *bestrijdingsmiddelen* worden stapsgewijs van de markt gehaald en de milieudruk van bestrijdingsmiddelen (op het waterleven) neemt dan ook verder af. Nochtans worden in oppervlaktewater en regen zeer veel verschillende bestrijdingsmiddelen teruggevonden. De Haspengouwse fruitstreek, het IJzerbekken en ook het Leiebekken blijken hot spots te zijn. Een wetelijke toetsing is vaak nog niet mogelijk omdat normen ontbreken, maar veelgebruikte herbiciden (zoals diuron, glyfosfaat, atrazine) vormen zeker een probleem. Zelfs als producten niet meer gebruikt mogen worden, betekent dit

niet dat de problemen opgelost zijn. Thans verboden organochloorbestrijdingsmiddelen zoals bv. DDT en de drins worden nog steeds teruggevonden in waterbodem en in paling. Dit komt door hun slechte biologische afbreekbaarheid en misschien ook door illegaal gebruik. Sanering van waterbodems dringt zich op, maar is duur.

De gecontroleerde vernietiging van *PCB-houdende* apparaten zit dan wel op schema, de PCB-verontreiniging van de verschillende milieucompartmenten blijft een feit door historische verontreiniging en al dan niet bewust incorrect gebruik. Bijna de helft van de onderzochte waterbodems is vervuild met PCB's en op meer dan 80 % van de meetplaatsen hebben de palingen een verhoogd PCB-gehalte. PCB's worden ook aangetoond in diverse voedingsmiddelen zoals kaas, vis, wild, maar - met uitzondering van twee stalen - worden de normen niet overschreden. Langere tijdsreeksen zijn evenwel nodig om trends te detecteren. De metingen zijn wel vergelijkbaar met andere Europese landen.

De problematiek van 'nieuwe' chemicaliën wordt geïllustreerd door de recente waarnemingen van verhoogde gehalten van *gebromeerde vlamvertragers* (BFR, brominated flame retardants) in waterbodem en palingen in Vlaanderen. Gebromeerde vlamvertragers worden gebruikt in elektrische apparaten, textiel en isolatiemateriaal en vertonen gelijkaardige schadelijke kenmerken als PCB's. De concentraties in waterbodem en paling variëren sterk van meetplaats tot meetplaats, maar op sommige plaatsen zijn de concentraties uitzonderlijk hoog. Dit signaal moet aanleiding geven tot verdere bewaking en onderzoek, inclusief de vervanging van deze producten door minder schadelijke alternatieven.

3 Milieu en gezondheid

— Luchtkwaliteit – omgevingslucht

Sinds 1996 wordt de Europese doelstelling voor *ozonoverlast* voor de gezondheid (som van de ozonpieken) voor 2010 gehaald. Sinds 1994 zien we dat bij vergelijkbare uurgraden (als maat voor kwaliteit zomer) de ozonpiekwaarden niet meer zo'n hoge waarden aannemen. Dit positief signaal vertaalt zich nog niet in een gunstige evolutie van de impact voor de volksgezondheid. Er is namelijk een stijging van de ozonconcentraties door het jaar heen, buiten de piekdagen in de zomer. Zelfs in een jaar met weinig piekoverlast, zoals in 2002, werd opnieuw een stijging van dit achtergrondniveau genoteerd.

Modelberekeningen tonen aan dat wanneer alle Belgische emissies van *ozonprecursoren* (NMVOS en NO_x) op nul worden gezet, de ozonoverlast slechts met een derde afneemt. Ozon ontstaat immers ook uit precursoren die van buiten Vlaanderen worden aangevoerd. Om het ozonprobleem duurzaam op te lossen, is het nodig dat Vlaanderen samen met de Europese lidstaten de langere termijn maatregelen van de NEM-richtlijn implementeert. Lokale maatregelen op korte termijn, bv. in het verkeer, tijdens ozonpiekdagen zijn enkel nuttig als sensibiliserend signaal naar de bevolking toe.

— Gezondheidsschade

In de milieutoxicologie verschuift de aandacht van totaal zwevend stof naar de fracties PM₁₀ en zelfs PM_{2,5}. Op basis van de jaargemiddelde concentraties van PM₁₀ in de lucht in Vlaanderen, werd het aantal verloren gezonde levensjaren bepaald, uitgedrukt in DALY's (*disability adjusted life years*). Sinds de eerste gegevens in 1996 wijzigt het aantal DALY's niet significant. Dit is te wijten aan de onzekerheid over de effecten en de waardering ervan in vergelijking met de gemeten concentratiedalingen. De totale externe gezondheidskosten (milieuschadetekosten) van PM₁₀ konden begroot worden op ongeveer 250 euro per persoon. Voor Vlaanderen betekent dit voor 2002 een kostprijs van 1,5 miljard euro of ongeveer 1 % van het BBP (met een factor 2,5 als onzekerheidsmarge).

Wanneer naast PM₁₀ ook de effecten van blootstelling aan ozon, UV-straling, benzeen, B(a)P, As, Ni, Rd, Pb en geluid in rekening worden gebracht, verliest een inwoner van Vlaanderen bijna een half gezond jaar door levenslange blootstelling aan de huidige concentraties van deze milieufactoren. De schadelijke effecten door blootstelling aan PM₁₀ dragen bij voor 67 %, gevolgd door deze door geluid met 20 %. De totale bevolking in Vlaanderen verliest jaarlijks ongeveer 32 500 gezonde levensjaren door de beschouwde milieufactoren, of 2,7 % van het totaal aantal DALY's.

Mensen brengen 70 à 90 % van hun tijd *binnenshuis* door (woning, werk, wagen). De concentratie aan NMVOS in binnenruimtes kan 1,5 tot 2 maal hoger zijn dan in de buitenlucht door gebruik van o.a. verf- en schoonmaakproducten, bouwmaterialen en printers en door roken. Uitlatemissies liggen aan de basis van een verhoogde blootstelling aan benzeen, niet enkel buiten maar ook in de wagen.

In het *worst case scenario* wordt 1,4 % van de bevolking in Vlaanderen blootgesteld aan een magnetisch veld van hoogspanningslijnen waarvan studies een epidemiologische relatie gelegd hebben met het verhoogd voorkomen van kinderleukemie. Dit komt overeen met 1 extra leukemiegeval in twee jaar.

— Hinder

Door het stiller worden van de wagens en de verzadiging van de hoofdwegen neemt de *geluidsemisatie* in Vlaanderen verder af. Maar door de lintbebouwing langs drukke wegen en het dichte wegennet in Vlaanderen daalt het aantal mensen dat blootgesteld wordt aan relatief hoge geluidsnormen (65 dB(A)) nog niet. Het percentage ernstig gehinderden blijft hoog en zonder een eenduidig beleid voor lawaaibestrijding zal de doelstelling van het MINA-plan 3 (12 % potentieel ernstig gehinderden in 2007) niet gehaald worden.

4 Natuurbehoud

— Beschermde gebieden

Het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) moet leiden tot grotere aaneengesloten gebieden waar kwetsbare natuur weer kansen krijgt. Het VEN wordt ondersteund door een Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON). In oktober 2003 keurde de Vlaamse regering de eerste 85 000 ha VEN goed, maar het zijn de resterende 40 000 ha die nodig zijn voor grotere groengebieden en betere kansen voor natuurherstel.

— Biodiversiteit

De jongste jaren verbetert de toestand van de vissen in de grotere Vlaamse rivieren en groeit het draagvlak voor natuurbehoud. Dit zijn de twee hoopgevende signalen uit NARA 2003, het derde tweejaarlijkse Natuurrapport van het Instituut voor Natuurbehoud. De overige signalen zijn minder positief en wijzen telkens opnieuw op een zorgwekkend verlies aan biodiversiteit in Vlaanderen. Over een periode van 15 à 25 jaar zien we een afname met één derde van het aantal populaties van groene kikker, bruine kikker, gewone pad, alpenwatersalamander en kleine watersalamander. De jongste 20 jaar is het aantal vindplaatsen van waterplanten in de kustpolders (Uitkerkse polder) met niet minder dan 85 % gedaald.

25

5 Milieuvriendelijke activiteiten – integratie

— Transport

Niettegenstaande de stijgende transportstromen zijn de totale milieuschadekosten van het *personenvervoer* over de weg sedert 1994 gedaald. Hierbij zijn de dalende emissie van ozonprecursoren en verzurende stoffen door het verkeer het gevolg van Europese richtlijnen. Voor NMVOS en SO_x zijn de doelstellingen voor 2010 haalbaar, maar voor NO_x zullen extra maatregelen nodig zijn. De dalende trend voor de uitstoot van PM₁₀ zal zich verder zetten door de strengere emissienormen van nieuwe dieselwagens. Vergelijking van de milieuschadekosten voor verschillende voertuigtypes wijst LPG-wagens aan als het meest milieuvriendelijk, gevolgd door benzinewagens. Dieselwagens scoren driemaal slechter, hoofdzakelijk door de uitstoot van zwevend stof. Op vlak van CO₂-uitstoot scoren ze alle drie evenwaardig. CO₂ blijft het hoofdprobleem bij verkeer & vervoer. Om dit probleem duurzaam aan te pakken, is het nodig energiezuiniger voertuigen en alternatieve brandstoffen te gebruiken, naast het realiseren van een modale verschuiving naar milieuvriendelijker vervoerwijzen. Er zijn signalen die in deze richting wijzen. In 2002 bedroeg het totaal aantal *personenkilometers* in Vlaanderen 67,8 miljard of 22 % meer dan in 1990. 90 % van de transportstromen gebeurt met eigen wagen, 4 % per lijnbus en tram en 6 % per trein. De laatste 3 jaren is de groei van het personenvervoer met eigen wagen tot stilstand gekomen. De voorbije 5 jaren steeg het aantal personen-

kilometers afgelegd met lijnbus en tram met 35 % en met trein met 23 %. Deze groei kan toegeschreven worden aan een gericht prijzenbeleid, dat echter ook de aanleiding was van extra mobiliteit (bv. jongeren en senioren).

Voor het *goederenvervoer* over de weg treedt in 2002 voor het eerst een daling van de milieuschadetekosten op. Het totaal aantal *tonkilometers* bedroeg 40 miljard in 2001, oftewel een stijging met 44 % ten opzichte van 1990. 75 % van het goederenverkeer gebeurt nog altijd over de weg. Het spoor verliest terrein en nog maar 8 % van alle tonkilometers gebeurt per trein. Met een aandeel van 17 % maakt de binnenvaart de laatste jaren het verlies weer goed.

De *marginale externe kosten* van wegverkeer (door luchtverontreiniging, klimaatverandering, lawaai, fileproblemen en ongevallen) zijn ongeveer tweemaal zo hoog als de belastingen op wegverkeer. De marginale externe kosten zijn evenwel in 2002 meer geïnternaliseerd dan in 1991. Het is nodig het niveau van belastingen meer in overeenstemming te brengen met de marginale externe kosten. De belastingen differentiëren naar plaats, tijd en voertuigtype lijkt hierbij de meest logische eerste stap, bv. onder de vorm van variabele *kilometerheffingen*.

— Energievoorziening

Ondanks zijn sterke groei is de energiesector in Vlaanderen er in geslaagd per eenheid energetische output steeds minder vervuilende stoffen uit te stoten. In 2002 nam de productie door de elektriciteitsbedrijven en de raffinaderijen echter sterk toe t.o.v. 2001, wat resulteerde in een stijging van de broeikasgasemissie en het eigen energiegebruik van de energiesector. In 2002 steeg de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen met 95 % t.o.v. 2001. Windenergie, biomassa en 'andere' (co-verbranding en vergisting) blijken evenwaardige bijdragen te leveren. Het aandeel van waterkracht is beperkt tot 1,5 %. De stroomproductie door fotonvoltaïsche cellen is moeilijk te schatten, maar bedraagt waarschijnlijk minder dan 0,5 %. Met een aandeel van 0,38 % *groenestroomcertificaten* werd de doelstelling voor groene stroom van 0,8 % in 2002 niet gehaald.

Raffinaderijen beschikken over technieken om hun energiegebruik te verminderen. Bepaalde overheidsmaatregelen, zoals bv. de verdere ontzwaveling van petroleumproducten, resulteren echter in een verhoogd brandstofgebruik. Door nieuwe leidingen nam de omvang van de aardgaslekken af, en dit ondanks een sterke stijging van het aardgasgebruik.

— Industrie

Het energiegebruik en de daaraan gekoppelde broeikasgasemissie blijven parallel lopen met de stijgende industriële activiteit, evenals de afvalproductie. Verschillende andere drukindicatoren, zoals de lozing van zware metalen en CZV in afvalwater, de emissie van verzurende stoffen en het watergebruik, vertonen een absolute ontkoppeling met de productie-index in de periode 1990-

2002. Maar de eigenlijke milieudruk mag niet uit het oog verloren worden. Door de aard en de omvang van de industriële productie, blijft de industrie een belangrijk aandeel hebben in de diverse milieuverstoringen.

Bedrijven in Vlaanderen beschikken meer en meer over *milieumanagement-systemen* (ISO1400 en EMAS). Om echter ook op internationaal niveau betere resultaten te kunnen voorleggen, is een gecoördineerde en gestructureerde inventarisatie van de certificeringsgraad van de bedrijven aangewezen.

— Bevolking

De bevolking sorteert alsmaar beter: in 2002 werd 70 % van het huishoudelijk afval *selectief ingezameld*. Van het afval dat terminaal verwijderd moet worden, gaat een nog steeds groeiend percentage naar de verbrandingsoven. In 2002 werd 26 % verbrand en iets meer dan 4 % gestort. Deze cijfers zijn beduidend beter dan de gemiddelde cijfers voor West-Europa, met 18 % verbrand en 63 % gestort.

Met uitzondering van de hoeveelheid terminaal te verwijderen afval en de CZV-lozing in afvalwater, zijn in de periode 1990-2002 de meeste drukindicatoren, zoals energiegebruik en woonoppervlakte, sterker gestegen dan de bevolkingsgroei. Dit is te wijten aan een toename van de koopkracht, maar ook aan het groeiend aantal (kleinere) huishoudens.

— Landbouw

Het areaal *biologische landbouw* in 2002 bedroeg slechts 0,6 % van het totale Vlaamse landbouwareaal. Ter vergelijking: in Wallonië is dit 2,8 %, het Europese gemiddelde is 3,3 %. De Vlaamse overheid stelt 10 % voorop als doel voor 2010. In 2002 kende het biologisch areaal zelfs een lichte terugval en zowel in 2001 als 2002 werden beduidend minder nieuwe dossiers voor hectaresteen aangevraagd. Uitgedrukt in grootvee-eenheden ging ook de biologische vee-teelt met 4,6 % achteruit in 2002. Deze groeistop is te wijten aan de versnippering en kleinschaligheid van de biosector en een gebrekkige afzet.

De sector landbouw & visserij is er wel in geslaagd zijn eco-efficiëntie aanzienlijk te verbeteren. In 2002 lagen zowel de vermestende en verzurende emissies als het energiegebruik en de broeikasgasemissies lager dan in 1995 en dit bij een stijgende bruto toegevoegde waarde (*absolute ontkoppeling*). Drijvende krachten achter deze daling zijn de krimpande veestapel, het dalende kunstmestgebruik en lagere nutriënteninhoud van het veevoeder. Daarentegen is de druk op het waterleven door het gebruik van bestrijdingsmiddelen (Seq, verspreidingssequivalenten) wel toegenomen in de periode 1995-2001.

Minder dan 4 % van de (rechtstreekse en onrechtstreekse) landbouwsubsidies zijn milieusubsidies. Hiermee wordt wel 10 % van het landbouwareaal milieuvriendelijker beheerd dan wat de wet voorschrijft.

Door het tijdelijk Europees moratorium op het gebruik van GGO's in de landbouw is het onderzoek in Vlaanderen zo goed als stilgevalen. Wereldwijd neemt het areaal GGO's evenwel toe. Wanneer in Europa GGO's in de landbouw worden toegelaten, dan stelt zich het probleem van *coëxistentie* met de niet-GGO-landbouw, in het bijzonder met de biologische landbouw. Ongewenste vermenging van transgene en niet-transgene gewassen is dan niet uit te sluiten.

6 Samenwerking en draagvlak

— Draagvlak burgers en overheid

Er zijn diverse signalen dat het draagvlak voor *natuurbehoud* in Vlaanderen groeit. Meer mensen bezoeken bossen en natuurgebieden, worden lid van natuurverenigingen en zijn ook meer actiebereid. De overheid heeft de laatste jaren haar eigen aankoopbudget voor natuurreservaten verhoogd en ook de beheerssubsidies voor natuurreservaten zijn aanzienlijk toegenomen.

De overheid wil ook zelf het goede voorbeeld tonen met het project *Milieuzorg in de Vlaamse overheid*. Met een enquête werd gepeild naar de mate van milieuzorg bij de verschillende entiteiten. 35 % van de entiteiten hebben interne voorschriften voor milieu en 80 % van de administratieve entiteiten maakt in meer of mindere mate milieuoverwegingen bij de aankoop van producten. Bij investeringen is dit veel minder het geval. Het project voorziet ook in een communicatie- en sensibilisatiecampagne en tegen eind 2003 moeten de entiteiten een jaarlijks te hernieuwen actieplan indienen. Ter illustratie: het gebruik van papier binnen de Vlaamse Gemeenschap is de laatste drie jaren merkkelijk gestegen. In 2001 gebruikte elk personeelslid gemiddeld 100 kg papier, of 10 % meer dan in 1996. Een positief signaal is wel dat het aandeel kringlooppapier gestegen is tot 81 % in 2001.

Milieuschadelijke activiteiten lijken in Vlaanderen meer belast te worden dan in de jaren '80. Er bestaan meer *milieugerelateerde belastingen* dan vroeger, en de inkomsten nemen sterker toe dan de milieuschadelijke activiteiten zelf. Sinds 1997 blijken deze inkomsten te stagneren, alhoewel milieuschadelijke activiteiten zoals energiegebruik en transportstromen blijven stijgen. Arbeid wordt tot tienmaal meer belast dan milieuschadelijke activiteiten.

— Samenwerking – lokaal en internationaal

Begin 2002 ging de samenwerkingsovereenkomst 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling' met lokale overheden van start. In augustus 2003 hadden de 5 Vlaamse provincies en driekwart van de gemeenten deze overeenkomst reeds ondertekend.

Marleen Van Steertegem, projectleider MIRA, VMM

Voor u ligt het vijfde themarapport MIRA-T 2003. Met dit jaarlijkse milieुरapport geeft de Vlaamse Milieumaatschappij invulling aan de decretale opdracht van een beschrijving, analyse en evaluatie van de toestand van het milieu (DABM¹, 1995). Een jaarlijks milieुरapport laat (meestal) geen drastische veranderingen zien, maar brengt wel ontwikkelingslijnen in beeld en signaleert nieuwe problemen. Het milieुरapport biedt dan ook de wetenschappelijke onderbouwing van de milieubeleidsplanning. In MIRA-T 2003 vinden de beleidsmaker en de burger een antwoord op de vraag hoe het met het milieu in Vlaanderen gesteld is en wat de onderliggende oorzaken zijn.

MIRA-T 2003 in drie delen: sectoren, thema's en impact ...

Vanaf MIRA-T 2003 is het themarapport uitgebreid met een derde deel waarin de drie impactdomeinen mens, natuur en economie aan bod komen. Dit moet de analyse van de milieutoestand in Vlaanderen completer maken. In het eerste themarapport MIRA-T 1998 kwamen enkel de milieuthema's aan bod. In 2001 werd beslist om naast de thema's ook de sectoren – als veroorzakers van milieuverstoringen – uit te werken. Deze aanpak liet toe om de integratie van milieuaspecten in andere beleidsdomeinen beter te evalueren. Bij de voorbereiding van MIRA-T 2003 werd gekozen voor de uitbreiding met drie nieuwe impacthoofdstukken. Niettegenstaande de kennis over de gevolgen van milieuverstoring voor mens, natuur en economie in Vlaanderen nog altijd fragmentarisch is, was toch voldoende interessant materiaal voorhanden dat niet onmiddellijk een plaats vond in de tweedelige structuur van de voorgaande MIRA-T's.

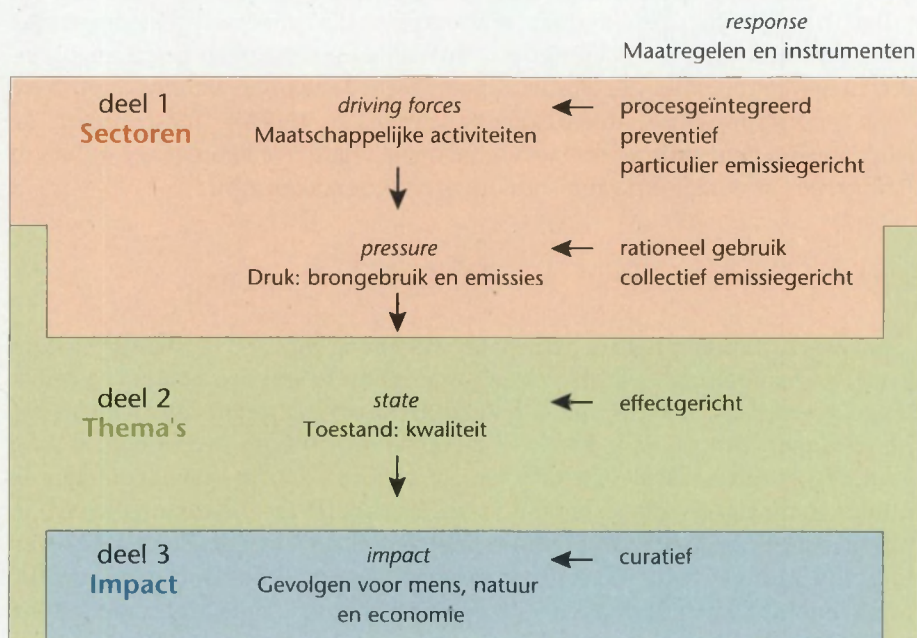
en met de milieuverstoringketen als leidraad.

Figuur 1 toont de nieuwe structuur van het themarapport MIRA-T 2003. Zoals bij de vorige edities is de ruggengraat van dit milieुरapport de milieuverstoringketen of de zogenaamde DPSIR-keten. In deel 1 van het rapport komen de sectoren aan bod, deel 2 behandelt de milieuthema's en deel 3 beschrijft de gevolgen voor mens, natuur en economie. In de verschillende sectorhoofdstukken komen telkens de eerste twee schakels van de milieuverstoringketen aan bod, dus de

¹ Decreet houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid van 5 april 1995, BS 3 juni 1995

maatschappelijke activiteiten en de milieudruk. De themahoofdstukken behandelen de verstoringsketen vanaf de milieudruk tot en met de impact. De impacthoofdstukken behandelen enkele deelaspecten van de gevolgen van milieuverstoringen voor mens, natuur en economie. Deze opbouw zorgt ervoor dat de informatie over de schakel *milieudruk* beschikbaar is volgens de doorsnede van de sectoren en de thema's. Ook de schakel *impact* komt op twee plaatsen aan bod: in deel 2 als een specifiek onderdeel van het milieuthema en in deel 3 als een geïntegreerde beschrijving.

Figuur 1: Milieuverstoringsketen (DPSI-R-keten) en de driedelige structuur van MIRA-T 2003



De verschillende hoofdstukken van elk deel hebben telkens een vaste en dus herkenbare structuur. De verschillende schakels van de milieuverstoringsketen zijn telkens aangegeven als oriënteringspunt. De *respons* – het antwoord van de doelgroepen en het beleid op de milieuverstoringen – is zichtbaar in de maatregelen, instrumenten en doelstellingen, en is telkens beschreven ter hoogte van de schakel waarop de respons ingrijpt (cf. rechterkolom in figuur 1).

Indicatorgerichte rapportering met 175 geactualiseerde indicatoren, ...

Sinds de editie 2002 zijn we met het themarapport MIRA-T doelbewust de weg ingeslagen van een indicatorgerichte milieuraapportering. Deze evolutie zien we ook in andere nationale en internationale milieuraapporten, zoals bv. in *Environmental Signals* van het Europees Milieu-Agentschap. Een *indicator* is meer

dan een verzameling cijfers, maar informeert over verschijnselen, signaleert veranderingen en wijst oorzaken aan. De auteurs-deskundigen kregen de opdracht mee om een aantal indicatoren te selecteren die samen een geïntegreerd beeld tonen van het onderwerp van het betreffende hoofdstuk. Aangezien de jaarlijkse rapporten de milieutoestand van dichtbij willen opvolgen, gaat de voorkeur uit naar indicatoren die jaarlijks of op regelmatige tijdstippen geactualiseerd kunnen worden. Bovendien is gezorgd voor continuïteit met de voorgaande edities van het themarapport. Dit resulteerde in een uitgebreide set van 175 indicatoren (cf. lijst *Indicatoren in MIRA-T 2003*, vooraan het rapport). De publicatiedatum van eind 2003 liet toe de indicatoren te actualiseren tot het jaar 2002. Voor de meeste indicatoren zijn dan ook trendgegevens beschikbaar voor de periode 1990-2002.

Een milieu-indicator moet voldoen aan drie hoofdcriteria: beleidsrelevantie, wetenschappelijke degelijkheid en meetbaarheid. De mate waarin de 175 voorgestelde indicatoren voldoen aan deze selectiecriteria is verschillend van indicator tot indicator. In elke editie van MIRA-T beogen we steeds de meest recente stand van zaken van de wetenschappelijke kennis weer te geven. Sommige milieuproblemen zijn nog altijd minder goed in indicatoren te vatten omdat de methoden nog onvoldoende uitgewerkt zijn en/of omdat de beschikbaarheid van gegevens beperkt is. Voor deze milieuproblemen is gebruik gemaakt van zogenaamde *proxy*-indicatoren, in afwachting van het beschikbaar komen van de 'ideale' indicator.

met telkens een antwoord op drie vragen, ...

31

Zoals in MIRA-T 2002 zijn bij de bespreking van de verschillende indicatoren telkens drie vragen als leidraad gebruikt:

- 1 *Wat toont de indicator?* Met een beschrijving van het historische verloop van de indicator, de doelstellingen en de doelafstand;
- 2 *Hoe kan dit verloop verklaard worden?* Met een kritische evaluatie van het verloop van de indicator aan de hand van o.a. de ingezette maatregelen en instrumenten;
- 3 *Hoe kan dit in de toekomst (nog) verbeterd worden?* Met een beschrijving van nieuwe, aanvullende maatregelen nodig om de waargenomen doelafstand te dichten.

De informatie bij elke indicator kan als een zelfstandig geheel gelezen worden. Voor de bespreking van de doelafstand hebben we opnieuw drie soorten doelstellingen onderscheiden, maar met een verschuiving van de jaartallen: KTD of kortetermijndoelstellingen (doel $\leq$ 2007), MLTD of middellangetermijndoelstellingen (doel $\leq$ 2015) en LTD of langetermijndoelstellingen. Telkens wordt ook de herkomst van doelstellingen aangegeven (bv. MINA-plan, Europese richtlijn, wetenschappelijke studie). De Vlaamse regering heeft op 19 september 2003 het derde milieubeleidsplan, *MINA-plan 3*, goedgekeurd. Dit plan wil de bakens uitzetten voor het milieubeleid in Vlaanderen voor de periode 2003-2007 (www.milieubeleidsplan.be). Verschillende plandoelstellingen (horizon 2007) kunt u dan ook terugvinden bij de indicatoren in dit themarapport.

en samengevat in één beoordeling.

Een indicator maakt de vooruitgang of de achteruitgang in een milieuprobleem zichtbaar. De beoordeling van de indicatoren in de verschillende thema- en impacthoofdstukken is telkens visueel voorgesteld met behulp van een zogenaamde *smiley* of gezichtje. In functie van de waargenomen evolutie en de doelafstand onderscheiden we drie mogelijkheden:



positieve evolutie, met de doelstelling binnen bereik



onduidelijke evolutie of beperkte positieve evolutie, maar onvoldoende om de doelstelling te bereiken



negatieve evolutie, verder weg van de doelstelling

De evaluatie van de indicator slaat telkens op de veranderingen over de weergegeven periode, dus meestal 1990-2002. In een aantal gevallen was het niet mogelijk om de indicator te evalueren omdat er nog geen trendgegevens en/of doelstellingen voorhanden zijn. Deze indicatoren kregen een vraagteken mee, in de hoop dat in volgende edities van MIRA-T wel voldoende informatie beschikbaar is om de indicator te beoordelen. De selectie van deze indicatoren voor MIRA-T 2003 moet vooral gezien worden als een signaal om deze indicatoren verder te ontwikkelen.

Het gebruik van *smileys* laat de lezer toe om snel een beeld te krijgen van de evolutie van de indicator. Maar bovenal moet de smiley de gebruiker van het rapport aanzetten om de bijhorende bespreking bij elke indicator te lezen.

MIRA-T 2003 met 7 sectoren in evenveel hoofdstukken, ...

Duurzame ontwikkeling vereist de integratie van milieuoverwegingen in de ontwikkelingen van de sectoren. Na deze inleiding volgt deel 1 waarin 7 sectoren uitgewerkt zijn: bevolking, industrie, energie, landbouw & visserij, verkeer & vervoer, handel & diensten en toerisme & recreatie. De afbakening van de sectoren (o.a. op basis van NACE-BEL-code) is weergegeven achteraan dit rapport bij de Kernset milieudata. Voor het eerst omvat het landbouwhoofdstuk, naast de deelsectoren akkerbouw, veeteelt en tuinbouw, ook de *zeevervisserij*. Elk sectorhoofdstuk vat aan met een overzicht van de eco-efficiëntie van de sector als samenvatting én smaakmaker voor de volgende twee onderdelen van het hoofdstuk. In het tweede deel komen de maatschappelijke activiteiten aan bod met een beschrijving van de omvang en de structuur van de sectoren met behulp van milieurelevante indicatoren. Het derde en laatste deel beschrijft de milieudruk onder de vorm van milieugebruik (energie, grondstoffen, ruimte ...) en emissies (CO₂, afvalstoffen ...).

met de centrale vraag van ontkoppeling en eco-efficiëntie, ...

Ontkoppeling houdt een vermindering in van de milieudruk per eenheid van activiteit van de sector. De realisatie van ontkoppeling zorgt voor een verbetering van de eco-efficiëntie van de sector. Dit kan toe te schrijven zijn aan technologische veranderingen, maar ook aan het gebruik van meer milieuvriendelijke producten of zelfs een verandering in de samenstelling van de economie.

Om de *eco-efficiëntie* te evalueren, wordt de evolutie van verschillende druk-indicatoren vergeleken met de maatschappelijke activiteiten gedurende een welbepaalde periode. Als de groei van de sector sterker is dan de groei van de milieudruk, spreken we van ontkoppeling. Deze ontkoppeling wordt *absoluut* genoemd wanneer de milieudruk in het eindjaar kleiner is dan in het basisjaar. Als de milieudruk minder snel toeneemt dan de economische groei maar hoger ligt dan het basisjaar, spreken we van *relatieve* ontkoppeling. Naast het aspect van ontkoppeling mag de absolute omvang van de milieudruk echter niet uit het oog verloren worden.

met 24 milieuthema's waarvan sommige nieuw, ...

In de jaarlijkse indicatorrapporten hanteren we een lijst van vaste thema's ofwel thema's die elk jaar aan bod komen. Deze thema's beslaan een brede waaier van milieuproblemen, gaande van verspreiding van milieugevaarlijke stoffen, over versnippering tot beheer van afval. Binnen de verschillende thema's kunnen wel andere accenten gelegd worden door het beschikbaar komen van nieuwe kennis en/of prioriteiten van het beleid. Het vroegere thema Verdroging kreeg de nieuwe naam van Verstoring van de waterhuishouding, om de uitbreiding van dit thema met de overstromingsproblematiek te benadrukken. Zoals vorig jaar bestaat het thema 2.20 Kwaliteit bodem uit een onderdeel Verontreiniging en een onderdeel Erosie. Door het uitwerken van deel 3 met impacthoofdstukken kon de informatie van het vroegere thema Verandering van biodiversiteit verschoven worden naar dit nieuwe deel. In het verleden is herhaaldelijk gebleken dat biodiversiteit zich niet gemakkelijk in de vaste structuur van een themahoofdstuk laat beschrijven. Niettegenstaande de keuze om een vaste groep van milieuthema's jaarlijks te beschrijven, was er voor de twee hinderthema's 2.8 Stank en 2.9 Lichthinder dit jaar geen nieuwe informatie beschikbaar. Deze twee thema's zijn in MIRA-T 2003 dan ook beperkt tot een korte beschrijving van de bestaande kennis en de aanpak in het nieuwe MINA-plan 3.

De lijst van wisselende thema's is voorbehouden voor thema's die tijdelijk maatschappelijk en/of beleidsmatig sterk in de belangstelling staan. Het is ook de plaats voor nieuw opduikende milieuproblemen. De groep van wisselende thema's bestaat dit jaar uit vier hoofdstukken. 2.21 Niet-ioniserende straling en 2.22 Gebruik van genetisch gemodificeerde organismen zijn thema's die al eerder aan bod gekomen zijn, maar waarvoor dit jaar nieuwe informatie beschikbaar is. 2.23 Verspreiding van PCB's was nieuw in MIRA-T 2002 maar is door de

actualiteit dit jaar terug opgenomen. 2.24 Verspreiding van gebromeerde vlamvertragers is nieuw voor MIRA en sluit aan bij de opdracht van MIRA om ook 'nieuwe' milieuproblemen onder de aandacht te brengen.

Elk themahoofdstuk begint met een korte beschrijving van het verstoringsproces en een overzichtslijst – met smileys – van de geselecteerde indicatoren.

en met de gevolgen voor drie impactdomeinen: mens, natuur en economie.

Niettegenstaande dit niet eenvoudig was, is gepoogd de indicatorgerichte rapportering ook aan te houden voor het derde deel van het rapport. In het hoofdstuk *Mens* is berekend hoeveel gezonde levensjaren (DALY's) de bevolking verliest door blootstelling aan verschillende luchtverontreinigende stoffen en lawaai, zoals aan bod gekomen in de themahoofdstukken. Biologische monitoring als instrument om vroegtijdig gezondheidseffecten op te sporen, is het tweede onderwerp dat aan bod komt.

Zoals in de vorige milieurapporten is de informatie over de gevolgen van milieuverstoringen voor de natuur en biodiversiteit in belangrijke mate afkomstig uit het tweejaarlijkse Natuurrapport (NARA) opgesteld door het Instituut voor Natuurbehoud. De nieuwste editie van NARA is voorgesteld in juni 2003. In het hoofdstuk *Natuur* bespreken we dan ook aan de hand van indicatoren een aantal belangrijke bevindingen van NARA 2003.

Het hoofdstuk *Economie* start met de vraag of het belastingstelsel in Vlaanderen vergroent. Vervolgens worden de externe gezondheidskosten van de DALY's uit het hoofdstuk *Mens* becijferd. Het hoofdstuk sluit af met een cijfermatige analyse van de internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen.

MIRA-T 2003 in drie vormen: syntheserapport, achtergronddocumenten en zakboekje, ...

Het voorliggende rapport bevat hoofdzakelijk informatie die nieuw is ten opzichte van het rapport van vorig jaar. Dit *syntheserapport* is in de eerste plaats bedoeld voor de beleidsmakers, maar wil ook voldoende toegankelijk zijn voor de geïnteresseerde burger.

Naast het syntheserapport krijgt het jaarlijkse indicatorenrapport MIRA-T ook vorm in twee andere producten: de uitgebreide achtergronddocumenten en het beknopte zakboekje.

De *achtergronddocumenten* van MIRA-T bundelen de over de jaren geaccumuleerde kennis van het syntheserapport. Hierbij wordt ingegaan op de methoden, de modellen en de meetnetten die achter de indicatoren liggen. De achter-

gronddocumenten zijn geschreven voor de wetenschappelijk geïnteresseerde lezer die op zoek is naar uitgebreide milieu-informatie. Deze naslagwerken worden gelijktijdig met het syntheserapport geactualiseerd en zijn beschikbaar op de website van de Vlaamse milieurapportering: www.milieurapport.be/AG.

MIRA-T in zakformaat toont de belangrijkste cijfers en feiten over het milieu in Vlaanderen. Hiervoor maakt het projectteam een eigen selectie van de indicatoren uit het syntheserapport. Elke indicator in het zakboekje krijgt naast de figuur, een korte beschrijving en enkele belangrijke cijfers mee. *MIRA-T in zakformaat* is gericht aan de beleidsmaker, de milieudeskundige en de burger die zich snel wil documenteren over de milieutoestand in Vlaanderen. Het zakboekje is ook beschikbaar in het Engels.

met de medewerking van meer dan 350 deskundigen, ...

MIRA-T 2003 is tot stand gekomen door een intense samenwerking tussen de auteurs, de lectoren en het MIRA-projectteam van de Vlaamse Milieumaatschappij. Ongeveer 100 auteurs-deskundigen werkten de verschillende hoofdstukken uit. Meer dan 280 lectoren afkomstig van universiteiten, onderzoeksinstellingen, administraties, federaties, ngo's en studiebureaus, lazen de teksten kritisch na en gaven suggesties voor aanvullingen. Het projectteam werkte de blauwdruk uit, leverde tekstbijdragen en verzorgde de coördinatie en redactie. De bij decreet vastgestelde stuurgroep staat in voor de inhoudelijke begeleiding van het Milieu- en natuurrapport Vlaanderen.

35

maar nog veel meer werk 'achter de schermen'.

In MIRA-T 2003 vindt u een waaier aan indicatoren. Deze indicatoren zijn elk op hun beurt het resultaat van een veelheid van onderliggende metingen, berekeningen en studiewerk door verschillende instellingen en organisaties. De figuren bij de indicatoren vermelden dan ook telkens de herkomst van de gegevens. De tabellen in de *Kernset milieudata* – achteraan het rapport – bieden een overzicht van de belangrijkste cijfers over emissies en brongebruik en moeten de transparantie van de weergegeven indicatoren verhogen.

MIRA is dan ook meer dan de voorliggende rapporten. Door de systematische analyse van de milieuverstoringketens, stoten we op onvolledige of zelfs ontbrekende informatie. MIRA vervult dan ook een signaalfunctie naar de onderzoekswereld toe. Mede hierdoor zien we een stapsgewijze verbetering in de kwaliteit van de milieugegevens (bv. door betere meetmethoden en door het detecteren van nieuwe bronnen). Stapsgewijs slagen we er steeds beter in om de milieutoestand en de onderliggende oorzaken in kaart te brengen, wat de bruikbaarheid van de rapporten voor het beleid ten goede moet komen. Maar enkel een volgehouden inspanning bij het verwerven en beheren van milieu-informatie kan de kwaliteit van de toekomstige milieurapporten garanderen.

MIRA-publicaties

MIRA-1 (1995) Verbruggen A. (red.) Leren om te keren. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen. 833 p. VMM, Garant.

MIRA-2 (1997) Verbruggen A. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 1996. Leren om te keren. 585 p. VMM, Garant.

MIRA-T 1998 (1998) Verbruggen A. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 1998: thema's. 375 p. VMM, Garant.

MIRA-T 1999 (1999) Vandeweerd V. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 1999: thema's. 365 p. VMM, Garant.

MIRA-S 2000 (2000) Van Steertegem M. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 2000: scenario's. 637 p. VMM, Garant.

MIRA-T 2001 (2001) Van Steertegem M. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 2001: thema's. 503 p. VMM, Garant.

MIRA-T 2002 (2002) Van Steertegem M. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 2001: thema's. 388 p. VMM, Garant.

MIRA-BE 2003 (2003) Van Steertegem M. (red.) Milieu- en natuurrapport Vlaanderen 2003: beleidsevaluatie. 215 p. VMM, Erembodegem.

www.milieurapport.be of via www.vmm.be

Sectoren

- 1.1 Bevolking 39
- 1.2 Industrie 53
- 1.3 Energie 67
- 1.4 Landbouw & visserij 85
- 1.5 Verkeer & vervoer 99
- 1.6 Handel & diensten 113
- 1.7 Toerisme & recreatie 127

1.1 Bevolking

Etienne Van Hecke, Instituut Sociale en Economische Geografie, K.U.Leuven

Wim De Groote, Vakgroep Mechanica van Stroming, Warmte en Verbranding, UGent

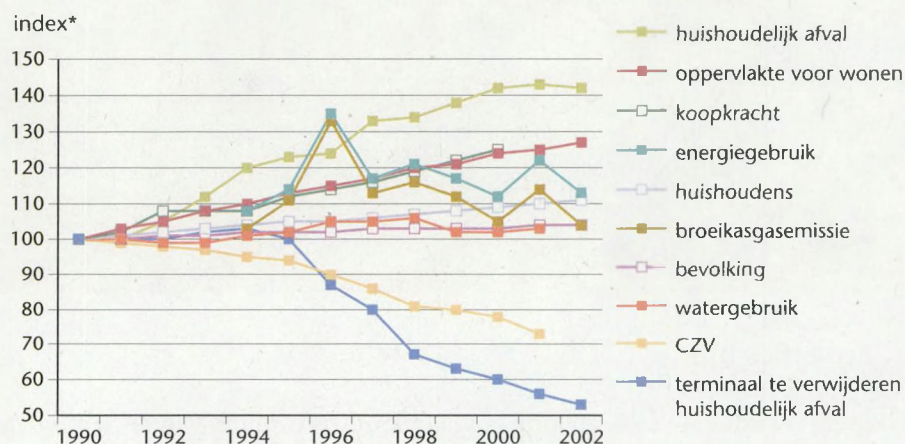
Luk Umans, Afvalstoffenbeheer, OVAM

Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

1 Eco-efficiëntie

In figuur 1 wordt voor de bevolking in Vlaanderen de evolutie van de *bevolking*, de *huishoudens* en de *koopkracht* vergeleken met de belangrijkste drukindicatoren. In de bijhorende tabel staan de absolute cijfers per inwoner voor het eerste en laatste jaar. In de periode 1990-2002 stegen de meeste drukindicatoren sterker dan de evolutie van het aantal inwoners: meer afval, meer oppervlakte ingenomen voor het wonen, een hoger energiegebruik en meer broeikasgasemissies. Dit komt o.a. door de toename van de koopkracht en van het aantal (kleinere) huishoudens. De *druk op de ruimte* neemt nog steeds toe. Hier is dus geen sprake van ontkoppeling noch van een relatieve verbetering. Het *huishoudelijk afval* en het *energiegebruik* en *broeikasgasemissies* vertonen de laatste jaren wel een dalende trend. Hier is m.a.w. nog geen ontkoppeling maar er is wel een relatieve verbetering. Het *watergebruik* is niet sneller gestegen dan het inwoneraantal, maar nam in 2002 wel opnieuw toe (2.11 Verstoring van de waterhuishouding) (relatieve ontkoppeling). De huishoudelijke *belasting van het oppervlaktewater* (CZV) is, dankzij het gevoerde waterzuiveringsbeleid, duidelijk afgenomen sinds 1992 (2.19 Kwaliteit oppervlaktewater) (absolute ontkoppeling). In de sector afval daalt sinds 1996 de hoeveelheid *terminaal te verwijderen huishoudelijk afval* (absolute ontkoppeling) door de sterke groei van de selectieve inzameling.

Figuur 1: Eco-efficiëntie van de bevolking (Vlaanderen, 1990-2002)



* het referentiejaar van koopkracht, oppervlakte voor wonen, energiegebruik, huishoudens, bevolking, broeikasgasemissie en CZV is 1990; dat van huishoudelijk afval, watergebruik en terminaal te verwijderen huishoudelijk afval 1991*

		1990/1991	2001/2002
bevolking	x 1 000	5 740	5 973
huishoudens	x 1 000	2 198	2 438
koopkracht	euro/inw.	7 687	9 609
totaal huishoudelijk afval	kg/inw.	405	555
oppervlakte voor wonen	m ² /inw.	212	258
energiegebruik	GJ/inw.	35,62	38,54
broeikasgasemissie	ton CO ₂ -eq/inw.	2,13	2,14
watergebruik	m ³ /inw.	45,40	45,27
CZV (chemisch zuurstofverbruik)	kg/inw.	22,37	15,71
terminaal te verwijderen afval	kg/inw.	329,98	169,07

inw.: inwoner

Bron: NIS, VMM, Vito, OVAM, Ecolas.

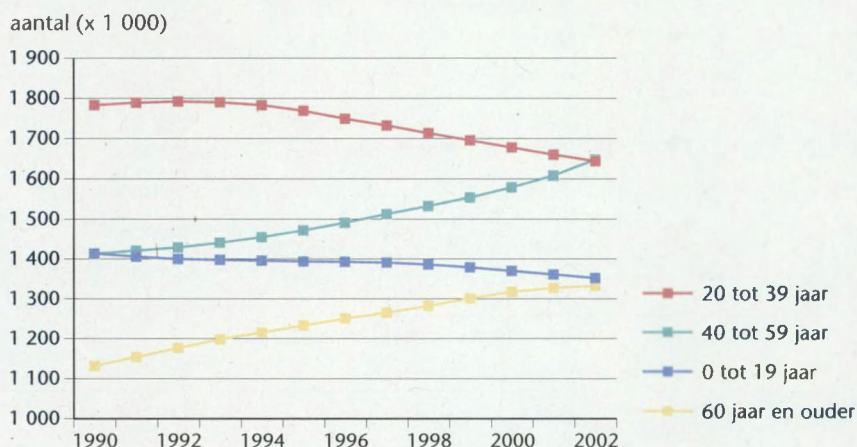
2 Maatschappelijke activiteiten

— Bevolkingsaantal en huishoudens

Door haar omvang, structuur en haar evolutie is de bevolking een belangrijk element aangaande de milieudruk. Afgelopen decennium is de bevolking van het Vlaamse Gewest aangegroeid van 5,74 miljoen *inwoners* in 1990 tot 5,97 miljoen inwoners in 2002. Dit is een stijging van 4 %. Gelet op het laag geboortecijfer en het relatief hoog sterftcijfer tengevolge van de vergrijzing is de natuurlijke aangroei gering. Het migratiesaldo in het Vlaamse Gewest, het verschil tussen in- en uitwijkingen, is positief en bepaalt voor meer dan de helft de

totale aangroei van de bevolking. Wat de veroudering van de bevolking betreft, onderscheiden we twee tendensen, nl. een vergrijzing en een ontgroening (figuur 2).

Figuur 2: Evolutie van de grote leeftijdsgroepen (Vlaanderen, 1991-2002)



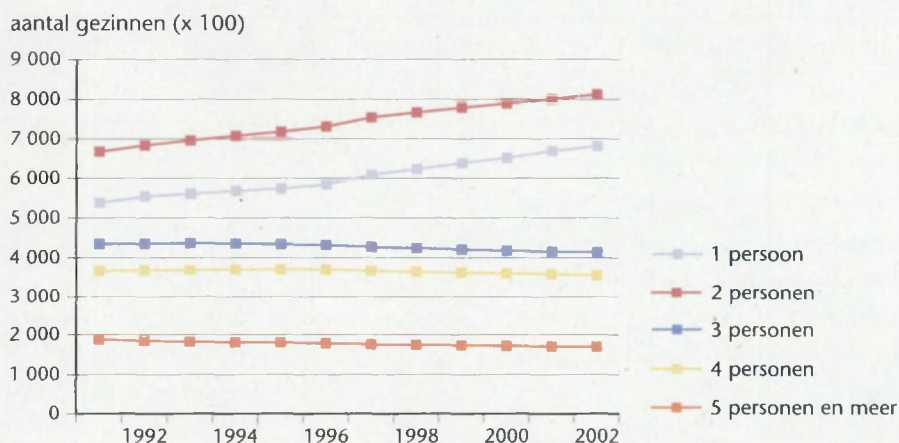
Bron: NIS.

Het aandeel in de bevolking van de 60-plussers stijgt, terwijl het aandeel van kinderen of jongeren onder de 20 krimpt. In 1990 was 19,7 % van de inwoners 60 jaar of ouder, in 2002 is dit 22,4 %. Beide groepen zijn thans even groot, maar langzaamaan overtreffen de ouderen de jongeren. Er treden ook verschuivingen op in bepaalde leeftijdsgroepen van de volwassenen. Vooral de afname van de jongvolwassenen (20- tot 39-jarigen) heeft implicaties op de vorming van de huishoudens en dus op de consumptie. Door hun afname neemt de absolute vraag naar woningen en andere verbruiksgoederen van jonge huishoudens af.

De leeftijdsopbouw in het Vlaamse Gewest verschilt niet erg sterk van de gemiddelde opbouw in Europa, die ook wordt gekenmerkt door afnemende sterfte en vruchtbaarheid. In 2000 was het totaal vruchtbaarheidscijfer in de EU gelijk aan 1,53 en 21,6 % van de bevolking was ouder dan 60 jaar. De bevolkingsdichtheid in Vlaanderen (442 inw./km²) is echter merkkelijk hoger dan die van de EU (119 inw./km²).

Het aantal *huishoudens* groeide van 1991 tot 2002 met 11 % en bedraagt nu 2,4 miljoen. Dit is meer dan de aanwas van de bevolking over dezelfde periode. Het gemiddeld aantal personen per huishouden nam tussen 1991 en 2002 af van 2,61 naar 2,45 (figuur 3).

Figuur 3: Evolutie van het aantal gezinnen naar aantal personen (Vlaanderen, 1991-2002)



Bron: NIS.

Er is enkel groei bij de éénpersoons- en tweepersoonshuishoudens. 33 % van de huishoudens in Vlaanderen bestaat uit twee personen en 28 % uit 1 persoon. Hieruit blijkt dat reeds meer dan de helft van de Vlaamse huishoudens maximaal twee personen telt. Er zijn meerdere factoren die de groei van de kleinere huishoudens kunnen verklaren: het aantal senioren neemt relatief sterk toe, jongeren gaan eerst alleen wonen vooraleer op latere leeftijd te gaan samenwonen of te trouwen. Ten slotte is er een toename van het aantal echtscheidingen. De toename van het aantal huishoudens verhoogt de milieudruk: toename van ruimtegebruik, woningen, gebruiksvorwerpen en afvalstoffen. Er worden immers meer kleine volumes verkocht, waardoor meer verpakkingsafval per persoon ontstaat. Hoe meer gezinnen, hoe meer gebruiksgoederen worden aangeschaft die ook in de afvalfase terechtkomen.

— Inkomensevolutie, consumptiepatroon en bezit van gebruiks-goederen

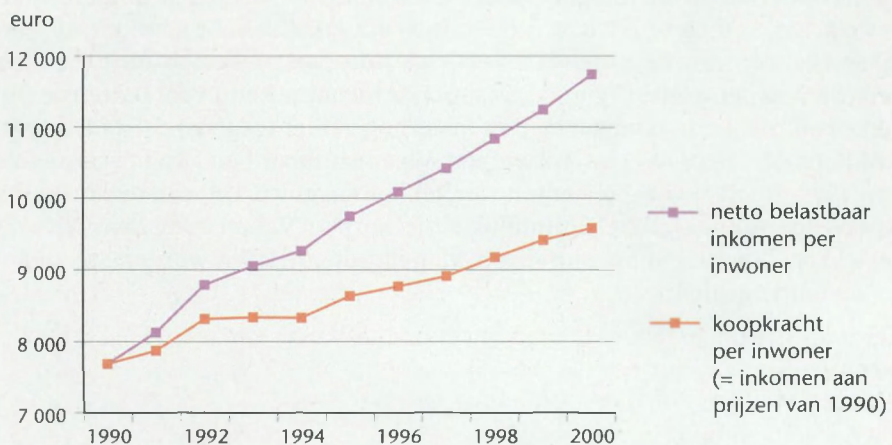
Het verbruik en de levenswijze van een individu worden beïnvloed door het *inkomen*. In 10 jaar tijd nam het gemiddeld netto-belastbaar inkomen per inwoner in Vlaanderen toe met 53 %, van 7 687 euro in 1990 tot 11 736 euro in 2000. Het reële inkomen, gezuiverd voor inflatie, verder de koopkracht genoemd, nam per inwoner toe met gemiddeld 25 %.

De structuur van het *goederenbezit* en de *bestedingen* belicht hoe een huishouden met het beschikbare inkomen omgaat en bepaalde prioriteiten legt. Het bestedingspatroon van de huishoudens evolueert voortdurend en dit omwille van verschillende redenen: de koopkrachtstijging, de veranderingen in levenswijze, de prijsontwikkeling die voor alle groepen van goederen en diensten ver-

schillend is. De uitgaven voor vervoer, communicatie en ontspanning nemen toe. Dit bevestigt de algemene maatschappelijke trends: een groter gebruik van de auto, meer tijd en dus grotere uitgaven voor ontspanning. Dezelfde trend geldt voor de wijzigingen in het bestedingspatroon naar toenemend inkomen van de huishoudens. De verhoging van het huishoudelijk budget is eveneens het gevolg van het feit dat steeds meer gezinnen over twee inkomens beschikken. Dit laatste heeft ook een specifieke impact op de consumptie zoals de noodzaak van meerdere auto's per huishouden, de consumptie van bereide maaltijden ...

De huishoudbudgetten tonen ook aan dat de bestedingen per persoon geringer zijn naarmate er meer personen in het huishouden zijn, dit geldt o.a. voor de uitgaven voor verwarming, verlichting, water ... (Huishoudbudgetenquête NIS, 2002). Het is duidelijk dat de toename van de huishoudens, in casu kleinere huishoudens, verhoudingsgewijze een grotere energie-impact heeft dan de bevolkingstoename. De koopkrachtstijging is verantwoordelijk voor een hogere penetratiegraad in de huishoudens van gebruiksgoederen zoals huishoudapparaten en voertuigen. Daarenboven neemt het absoluut aantal hiervan toe omwille van de toename van het aantal huishoudens. Het aandeel huishoudens zonder wagen is gedaald van 24 % (1991) naar 19 % (2001). Het aantal met twee wagens en meer steeg van 18 % naar 25 %. Het absoluut aantal huishoudens met een wagen steeg in 10 jaar tijd met 230 000 eenheden (Socio-economische enquête NIS, 2001).

Figuur 4: Evolutie van het inkomen en van de koopkracht (Vlaanderen, 1990-2000)



Bron: NIS.

3 Milieudruk

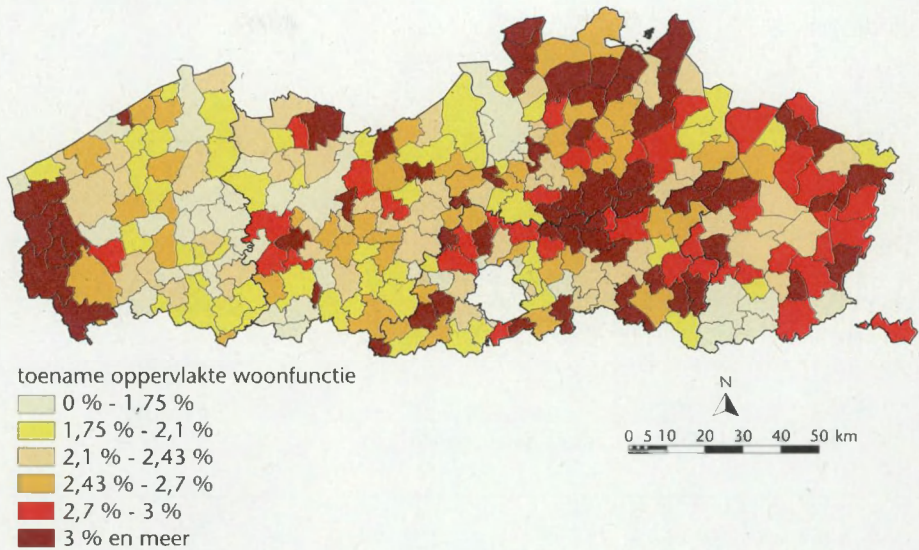
— Ruimtegebruik voor het wonen

De *woonfunctie* heeft een sleutelpositie in de milieudruk van de huishoudens. Er is de primaire druk op de ruimte, maar de locatie veroorzaakt ook secundaire doch niet onbelangrijke effecten. De afnemende bouwdichtheid veroorzaakt een uitbreiding van de infrastructuur, een verlenging van de afstand die de collectieve diensten afleggen om deze bevolking te bedienen en vooral een toename van het aantal kilometers met privé-vervoer voor werk, onderwijs, recreatie en winkelen.

De toename van het aantal huishoudens geeft aanleiding tot een toename van het aantal woningen. Tussen 1991 en 2001 kwamen er 250 000 woningen bij (tweede woningen niet inbegrepen) waarvan ongeveer 100 000 open bebouwingen. Daardoor neemt deze categorie woningen nu 36 % in van het totaal aantal woningen. Hoewel ze in de periode 1990-2002 niet de neiging vertonen groter te worden, zijn ze wel ruimer dan de woningen die voor 1990 gebouwd werden. Daarenboven zijn er omwille van de gezinsverdunding minder inwoners per woning zodat de bewoonbare oppervlakte per inwoner nog altijd toeneemt. De toename van het bewoonbaar volume alsook van het comfort van de woningen verhoogt het energiegebruik en het watergebruik.

In 2002 wordt 1 543 km² of 11,4 % van de totale oppervlakte van Vlaanderen (13 522 km²) gebruikt voor de woonfunctie. In 1990 was dit 1 217 km² of 9 %. Per inwoner is dit 258 m² in 2002 tegen 212 m² in 1990. Het betreft percelen waarop een gebouw is opgetrokken maar die slechts gedeeltelijk zijn bebouwd. Toch is dat de oppervlakte die integraal voor de woonfunctie wordt gebruikt en waarvan o.a. het watergebruik in de privé-tuinen afhankelijk is. De gemiddelde jaarlijkse evolutie van de *oppervlakte voor de woonfunctie* tussen 1990 en 2002 verschilt per gemeente (figuur 5). De grootste toename komt voor buiten de steden, doch niet in de randgemeenten maar nog verder weg van de stadsgewesten. Vooral in de provincies Antwerpen, Vlaams-Brabant en Limburg is de toename het grootst in de gemeenten van het buitengebied. Dit is in tegenstelling met de doelstelling uit het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen waarin wordt gesteld de aangroei in het buitengebied niet groter te laten worden dan in het verstedelijkt gebied.

Figuur 5: Gemiddelde jaarlijkse evolutie van de oppervlakte voor de woonfunctie (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: Kadaster.

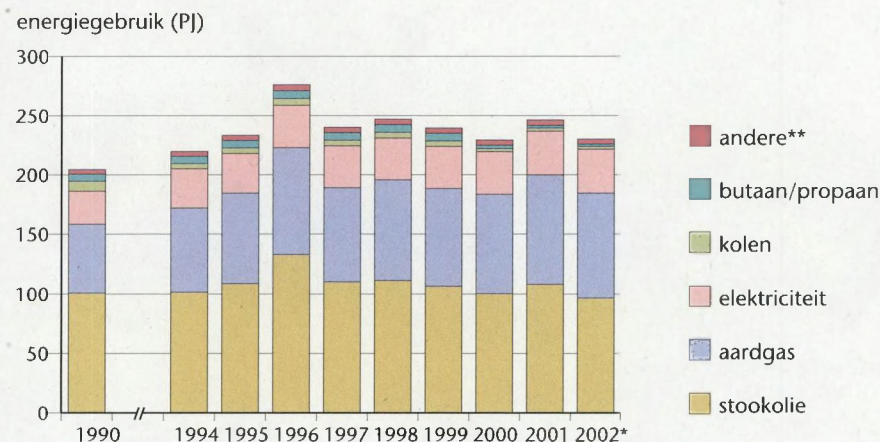
De prijsontwikkelingen op de vastgoedmarkt en de verschuivingen in de leeftijdsstructuur, nl. een afname van de groep jonger dan 39 jaar en een toename van de ouderen, kan verantwoordelijk gesteld worden voor een afname van de verkochte percelen bouwgrond en van het aantal nieuwe alleenstaande woningen en van relatief meer nieuwbouwwoningen in appartementsgebouwen. De jaarlijkse toename van het ruimtegebruik zal hierdoor op termijn afnemen.

— Energiegebruik en CO₂-emissie

Het *energiegebruik* van de huishoudens is in 2002 met 12,5 % gestegen ten opzichte van 1990 en bedraagt 230 PJ. De piekwaarden in 1996 en 2001 zijn te verklaren door de relatief lage wintertemperaturen van die jaren, de daling in 2002 is analoog toe te schrijven aan de zeer milde winter. Het aandeel van de huishoudens in het bruto binnenlands energiegebruik evolueerde van 17 % in 1990 tot 14,2 % in 2002. Bij de *brandstoffen* (exclusief elektriciteit) is stookolie nog steeds de meest gebruikte (50 %) in de huishoudens. Het aandeel van aardgas is gestegen van 32 % in 1990 tot 46 % in 2002 (figuur 6). Het elektriciteitsgebruik steeg van 1990 tot 2002 met 34 %.

In 2002 is de CO₂-emissie van de huishoudens 4,7 % hoger dan in 1990, terwijl de totale CO₂-emissie in Vlaanderen met 15 % steeg. Het aandeel van de bevolking in de totale Vlaamse CO₂-emissie evolueerde van 17,5 % in 1990 tot 16 % in 2002.

Figuur 6: Evolutie van het energiegebruik per energiedrager (Vlaanderen, 1990, 1994-2002)



* voorlopige cijfers

** andere is voornamelijk hout

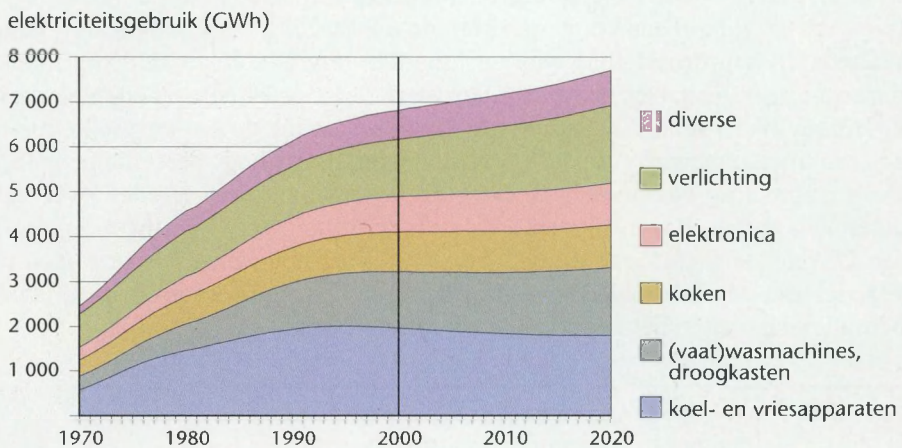
Bron: Vito.

Er wordt verwacht dat, bij constante energieprijzen, het energiegebruik van de bevolking zal blijven stijgen als gevolg van het toenemend aantal huishoudens en het toenemend gebruik van huishoudapparaten (figuur 7). Het energiegebruik van deze toestellen steeg sterk in de periode 1970-1990. Sindsdien verloopt de groei trager doordat voor vele toestellen de saturatie nagenoeg bereikt is. In de toekomst zet deze tragere groei zich voort als gevolg van de verwachte toename van het aantal gezinnen.

De Vlaamse en Belgische overheid hebben de afgelopen 10 jaar een aantal maatregelen genomen om een efficiënter gebruik van energie bij huishoudens te stimuleren. De voornaamste zijn de isolatiewetgeving voor woningen (Vlaanderen) en de goedkeuring van de REG-subsidies van intercommunales voor elektriciteitsdistributie 1996-2002 (federaal). Uit de twee onafhankelijke evaluaties van de REG-subsidies van intercommunales voor elektriciteitsdistributie blijkt dat deze in de periode 1997-1998 gemiddeld 28,3 GWh/jaar bespaarden (Vito, 2000; Kerssemeeckers, 2002), dit is 0,3 % per jaar van het elektriciteitsgebruik van de huishoudens. Uit de evaluatie van de wettelijke isolatieverplichting is gebleken dat deze geen invloed heeft gehad op de slechte isolatiekwaliteit van nieuwe Vlaamse woningen. De reden hiervoor is het gebrek aan controle en sanctiemogelijkheden. Daarnaast blijkt dat een isolatieverplichting slechts een beperkt deel van het energiegebruik in gebouwen normiert. In 1998 kondigde de toenmalige Minister van Energie daarom de invoering aan van energieprestatienormen ter vervanging van de isolatienormen. Ze houden niet enkel rekening met de isolatiegraad, maar ook met het rendement van de verwarmingsinstallatie. De minister gaf in 1998 opdracht aan een

wetenschappelijke commissie om een voorstel van energieprestatienormen uit te werken, en kondigde voorstellen aan om de controle op de naleving van het isolatiedecreet te vereenvoudigen. De wetenschappelijke commissie heeft haar voorstellen reeds in 2001 afgewerkt, maar deze wachten nog steeds op uitvoering. Een voorstel van decreet is in 2002 ingediend in het Vlaams Parlement maar werd nog niet besproken in de bevoegde commissie.

Figuur 7: Historische evolutie en trendscenario van het energiegebruik van huishoudelijke elektrische toestellen (exclusief elektrische warmwatertoestellen) (Vlaanderen, 1970-2020)



Bron: UGent, afgeleid van Lane & De Groote, 2003.

De Beleidsbrief Energie 2000 stelde dat het energiegebruik in de huishoudelijke sector in 2004 lager moet zijn dan in 1998. Behalve door middel van de invoering van energieprestatienormen wil de Vlaamse minister van Energie dit realiseren door een besluit dat de elektriciteitsnetbeheerders verplicht om jaarlijks 1 % primaire energie (dit komt overeen met 0,4 % elektriciteit) te besparen bij hun aangeslotenen. Vanaf 2004 loopt de primaire energiebesparingsdoelstelling van de netbeheerders verder op tot 2,2 % in 2007. Dit komt omdat, op initiatief van het Vlaams Parlement, in 2004 elk gezin en, in 2006 elke Vlaming, een energiebon zal krijgen.

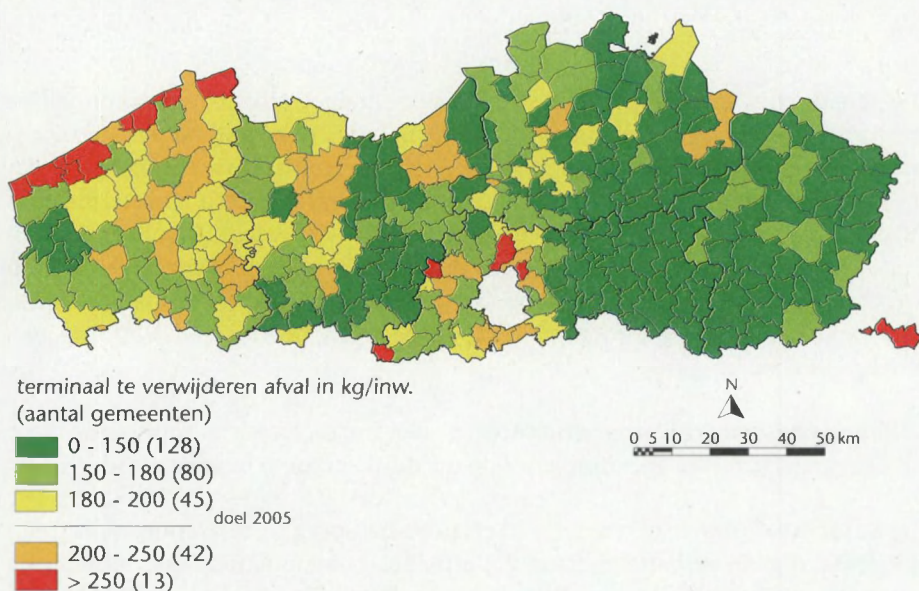
De vorige federale regering introduceerde een fiscale aftrek voor investeringen in energie-efficiëntie en zonne-energie die dit jaar (2003) in voege trad.

De Europese Commissie tenslotte heeft twee belangrijke, bindende Richtlijnen uitgevaardigd in verband met energie-efficiëntie van huishoudens, namelijk de energienorm voor huishoudelijke koel- en vriesapparaten en de Richtlijnen over energiegebruik in gebouwen.

— Aanbod terminaal te verwijderen huishoudelijk afval

In 2002 werd 3 331 kton of 555,5 kg/inwoner huishoudelijk afval geproduceerd. Hiervan werd 69,5 % *selectief ingezameld*. De overige 30,5 % (1 014 kton of 169 kg/inwoner) werd als huisvuil, grofvuil of gemeentevuil afgevoerd met het oog op verbranden (867 kton) of storten (147 kton). In vergelijking met 2001 zien we een vermindering van de hoeveelheid *terminaal te verwijderen* afval met 11,3 kg/inwoner. Het Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 1997-2001 (verlengd tot eind 2002) stelt als doelstelling maximum 220 kg/inwoner terminaal te verwijderen huishoudelijk afval per gemeente. In 2002 werd deze doelstelling in 284 gemeenten (92 %) gehaald. Het Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 2003-2007 beoogt tegen 2005 maximum 200 kg/inwoner. Figuur 8 toont dat in 2002 reeds 253 gemeenten de doelstelling voor 2005 halen. Voor Vlaanderen is de doelstelling voor terminaal te verwijderen afval 180 kg/inwoner tegen 2003 en 150 kg/inwoner tegen 2007. De laagste hoeveelheden worden voornamelijk in het oostelijk deel van Vlaams-Brabant, de Antwerpse Kempen en Limburg aangetroffen. In deze gebieden worden ook hoge percentages selectieve inzameling vastgesteld. In Oost- en West-Vlaanderen worden over het algemeen grotere hoeveelheden afval voor terminale verwijdering aangetroffen. Ook de kuststreek valt duidelijk op door grote hoeveelheden terminaal te verwijderen afval. De selectieve inzameling in deze gemeenten is bovendien beduidend beneden het gemiddelde voor Vlaanderen.

Figuur 8: Aangeboden terminaal te verwijderen huishoudelijk afval per inwoner per gemeente (Vlaanderen, 2002).



Bron: OVAM.

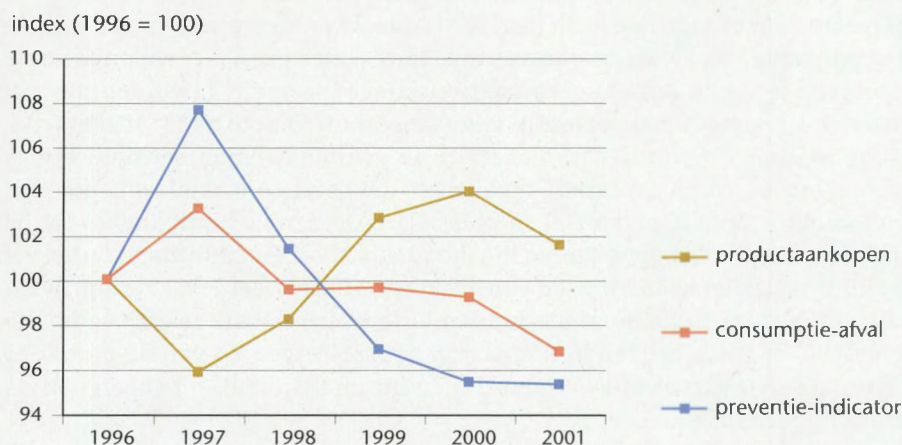
Hoe kan deze evolutie naar verminderde hoeveelheden te verwijderen huishoudelijk afval verklaard worden? De verklaring moet gezocht worden in een combinatie van factoren en maatregelen, gecombineerd met de intensiteit en kwaliteit waarmee deze maatregelen uitgevoerd worden. Intercommunales en gemeenten met lage hoeveelheden te storten of te verbranden afval voerden een pro-actief beleid (verder dan de 'standaard' willen gaan). Terwijl in de vorige planperiode veel aandacht ging naar selectieve inzameling, worden meer en meer initiatieven voor preventie gangbaar (thuiscomposteren, stickeracties, compostkippen, herbruikbare bekens ...) in combinatie met sensibiliseringscampagnes en communicatie. Omwille van het belangrijk aandeel in het huisvuil, blijkt inzameling van GFT in zeer belangrijke mate bij te dragen tot het reduceren van het te verwijderen huishoudelijk afval. Het dunder worden van de huisvuilzak en het toepassen van diftar (gedifferentieerde tarifiering), waarbij de huisvuilzak of -container dunder is dan vermijdbare selectieve fracties zoals GFT of PMD, hebben hun effect op het sorteergedrag van de bevolking. Optimaliseren van inzamel frequenties en inzamelstructuren hebben ook een effect op preventie.

— Preventie van huishoudelijke afvalstoffen

In figuur 1 (eco-efficiëntie van de bevolking) is het stijgend verloop van de totale hoeveelheid huishoudelijk afval per inwoner duidelijk zichtbaar, maar sinds 2001 lijkt het aanbod afval te stagneren. De interpretatie van de afvalcijfers met het oog op *afvalpreventie*, dient met de nodige omzichtigheid te gebeuren. Steeds meer gemeenten weigeren afval van de kleinhandel, de dienstensector en de horeca in het gemeentelijk inzamelcircuit. Bovendien is er in de loop van de tijd een verbeterde registratie door de gemeenten. Toch kan de evolutie van het aanbod huishoudelijk afval wijzen op een zeker effect van preventie-inspanningen.

De preventie-indicator tracht de relatie tussen consumptie van de particuliere gezinnen en hun afval vast te leggen. Figuur 9 geeft de hoeveelheid afval per consumptie-eenheid weer voor de periode 1996-2001. Afvalfracties die niet voortvloeien uit consumptie (groenafval, bouw- en sloopafval) zijn in deze indicator niet opgenomen, evenals bepaalde uitgavencategorieën die thuis geen afval genereren (eten op restaurant, kapper ...) (OVAM, 2003).

Figuur 9: Preventie-indicator: afval per consumptie-eenheid
(Vlaanderen, 1996-2001)



Bron: OVAM.

De curve *consumptie-afval* (dit is het afval voortgebracht door de consumptie van huishoudens) daalt een beetje in de periode 1996-2001. De curve *productaankopen* (dit zijn de uitgaven voor een aantal geselecteerde uitgavencategorieën) heeft dan weer een stijgend verloop. De daling in 2001 is te wijten aan algemene conjuncturele ontwikkelingen. De preventie-indicator wijst op een ontkoppeling: per eenheid van consumptie is er een dalende trend in afvalproductie vast te stellen. Deze indicator doet evenwel geen uitspraak over de vraag of de oorzaak ligt bij de consumenten (er wordt gelet op de hoeveelheid afval bij de aankoop van producten), dan wel bij de producenten (minder materiaalinzet per eenheid verpakking, meer in retour) ligt.

Andere evoluties die lijken te wijzen op effecten van preventie-initiatieven zijn een toegenomen aantal goederen die verkocht worden via kringloopwinkels, een toegenomen aantal antireclamestickers, een stijgend aantal compostvaten en een dalend verloop in de hoeveelheid verpakkingen per consumptie-eenheid. Elk apart wijzen deze trends niet noodzakelijk op preventie, maar de combinatie van alle lijkt toch te wijzen in de richting ervan (OVAM, 2003).



Meer informatie in het achtergronddocument Bevolking op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

Kerssemeeckers M., De Coninck R., Gysen J., Bruyninckx H., Palmers G. (2002) Onderzoek naar de besparingseffecten van de REG-acties van de elektriciteits-distributiesector in Vlaanderen, 3E/HIVA.

Lane K., De Groote W. (2003) Modelling Domestic Appliances in Belgium. In Eichhammer W. (ed.) (2003) Beheer van de Energievraag in het Raam van de door België te leveren Inspanningen om de Uitstoot van Broeikasgassen te Verminderen, Fraunhofer Institut, Oxford University, University of Antwerp, Ghent University, CEA, Enerdata, IW (<http://mineco.fgov.be/energy>).

Nationaal Instituut voor de Statistiek (2001) Socio-economische enquête.

Nationaal Instituut voor de Statistiek (2002) Huishoudbudgetenquête.

OVAM (2003) Indicatoren voor de preventie van huishoudelijke afvalstoffen in Vlaanderen, OVAM, Mechelen.

Vito (2000) Evaluatie van de besparingseffecten van de REG-acties van de elektriciteitsdistributiesector in Vlaanderen.

Lectoren

Birgit Dumez, Directoraat-generaal, AMINAL

Chris Dutry, Weekblad De Bond

Luc Goeteyn, Jan Verheeke, MiNa-Raad

Chris Jacobson, ARGUS

Hans Keune, STEM, UA-UFSIA

Dirk Knapen, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Annick Lamote, Ronny Vercruysse, VMM

Inge Leemans, Paul Van Huffel, Afdeling Water, AMINAL

Paul Willems, Centrum voor Bevolkings- en Gezinsstudie

1.2 Industrie

Jeroen Geens, Dimitri Van Baelen, Carlo Vandecasteele, Afdeling Milieutechnologie, Departement Chemische Ingenieurstechnieken, K.U.Leuven

Wim De Groote, Vakgroep Mechanica van Strooming, Warmte en Verbranding, UGent

Luk Umans, Afvalstoffenbeheer, OVAM

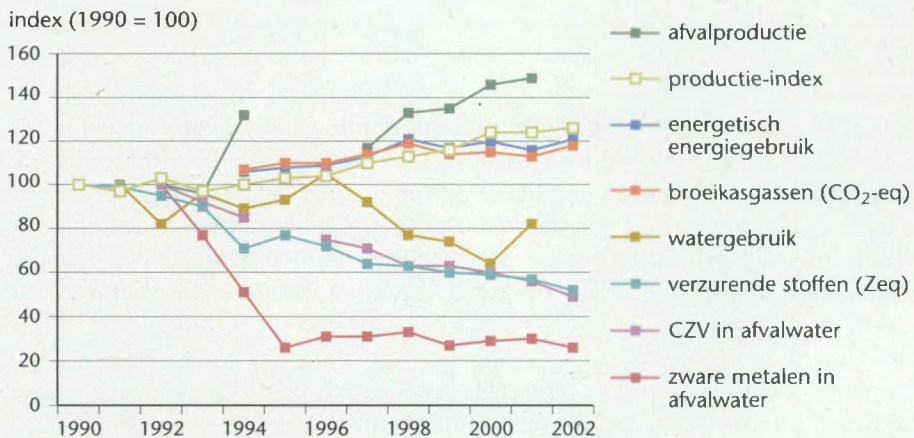
Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

1 Eco-efficiëntie

Figuur 1 vergelijkt voor de industrie in Vlaanderen de productie-index (conjunctuur-indicator die de evolutie van de industriële productie weergeeft) voor de periode 1990-2002 met de belangrijkste drukindicatoren. Enkele van deze drukindicatoren vertonen een dalend verloop tussen 1990 en 2002, waar de productie-index aanzienlijk steeg in de beschouwde periode. Dit wijst op een verbetering van de eco-efficiëntie van de Vlaamse industrie. Het energieverbruik en de broeikasgasemissies namen sedert 1990 toe, in vergelijkbare mate als de productie-index. Enkel de afvalproductie steeg in deze periode sneller dan de productie-index.

53

Figuur 1: Eco-efficiëntie van de industrie (Vlaanderen, 1990-2002)



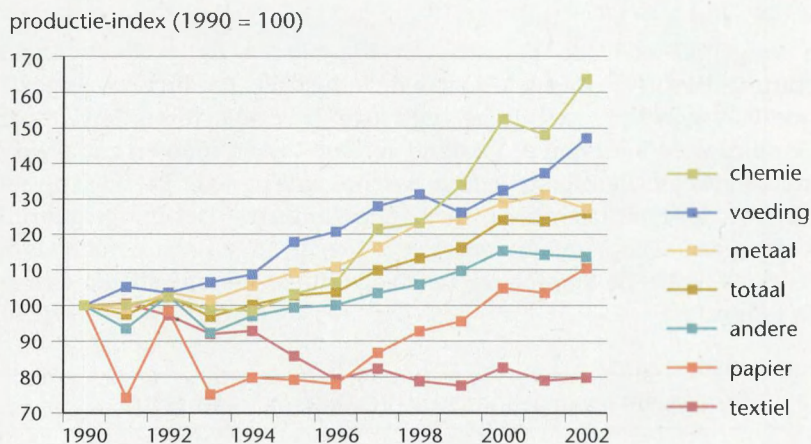
Bron: NIS, OVAM, Vito, VMM.

2 Maatschappelijke activiteiten

— Industriële productie

Figuur 2 geeft de evolutie van de *productie-index* van de Vlaamse industrie als geheel en van de verschillende deelsectoren voor de periode 1990-2002. Deze index registreert de evolutie van de industriële productie en wordt samengesteld aan de hand van inzet van arbeid, grondstoffen en energie enerzijds en productiewaarde en -hoeveelheden anderzijds.

Figuur 2: Evolutie van de productie-index van de industrie (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: NIS.

Voor de totale industrie steeg de productie-index tussen 1990 en 2002 met 25,9 %. Met uitzondering van de textielsector kenden alle deelsectoren een groei ten opzichte van 1990. Na een lichte daling in 2001 lag in 2002 de productie-index van de chemie en van de papierindustrie merkkelijk hoger dan in 2000. Voor de voedingsindustrie wordt de stijgende trend verdergezet. Voor de overige deelsectoren is de productie-index van 2002 vergelijkbaar met deze van 2001.

Tussen 2000 en 2001 was er geen reële groei van de bruto toegevoegde waarde van de industrie in Vlaanderen (38,3 miljard euro; voor 2002 is nog geen waarde beschikbaar). Ondanks een lichte achteruitgang leverde de metaalsector nog steeds de grootste bijdrage met 12,9 miljard euro, gevolgd door de deelsector 'andere industrieën' en de chemiesector (respectievelijk 10,7 en 6,7 miljard euro). De chemie kende sinds 1995 de grootste relatieve toename in bruto toegevoegde waarde (33 %).

Er werd getracht om na te gaan in welke mate de Vlaamse bedrijven over *milieumanagementsystemen* beschikken. In Vlaanderen bestaan er twee officiële certificaten voor milieumanagementsystemen: ISO14001 en EMAS. Steeds meer bedrijven gaan over tot ISO14001-certificering; recente data over de ISO14001- certificeringsgraad zijn echter niet beschikbaar. Volgens INEM (International Network for Environmental Management) waren er in januari 1999 64 ISO14001- gecertificeerde bedrijven in België (51 Vlaamse, 10 Waalse, 3 Brusselse). In december 2002 zijn dit er 255, maar opsplitsing naar de gewesten werd door INEM niet meer weergegeven. Er werd ook rechtstreeks via BELCERT, via de 8 geaccrediteerde certificeringsinstellingen en via het VCK (Vlaams Centrum voor Kwaliteitszorg) navraag gedaan naar de implementatiegraad van ISO14001. In 2003 was 70 % van de Belgische ISO14001-gecertificeerde bedrijven in Vlaanderen gelegen (t.o.v. 24 % in Wallonië en 6 % in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest). Verwacht wordt dat eind 2003 300 bedrijven in België over een ISO-14001-certificaat zullen beschikken.

EMAS-certificering blijft nog steeds minder courant vanwege de hoge eisen en de kostprijs. In Vlaanderen waren in april 2003 9 bedrijven EMAS-gecertificeerd (t.o.v. 9 in het Waals gewest en 2 in het Brussels Hoofdstedelijk gewest). 3 van de EMAS-gecertificeerde bedrijven horen tot de metaalsector, telkens 1 tot de chemie-, papier-, textiel- en energiesector en 2 tot andere industrieën.

Ter vergelijking: in Nederland zijn 1 073 bedrijven ISO14001-gecertificeerd en 27 EMAS-gecertificeerd, waar de bruto toegevoegde waarde van de Nederlandse industrie 66,2 miljard euro betrof (tegenover 38,3 miljard euro voor Vlaanderen). Hoewel er de laatste jaren een grote stap voorwaarts is gezet inzake milieumanagement, blijft er voor Vlaanderen nog een belangrijke weg af te leggen om op internationaal niveau betere resultaten voor te kunnen leggen. Een meer gecoördineerde en gestructureerde inventarisatie van de gegevens in verband met gecertificeerde bedrijven is wenselijk, ten einde een beter zicht op de situatie te krijgen.

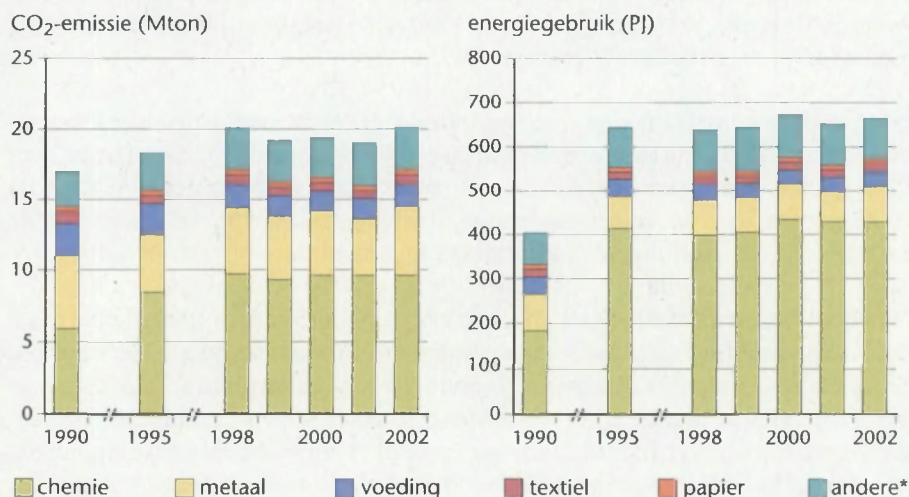
3 Milieudruk

— Energiegebruik en CO₂-emissie

Vermits de emissie van broeikasgassen voor meer dan 80 % bestaat uit CO₂ (2.16 Klimaatverandering) en dus sterk samenhangt met het energiegebruik, worden CO₂-emissie en energiegebruik samen weergegeven in figuur 3, en worden de indicatoren gezamenlijk besproken. Men kan een onderscheid maken tussen enerzijds het *energetisch energiegebruik* (gebruik van energiedragers zoals steenkool, aardgas en elektriciteit voor toepassingen zoals proceswarmte en aandrijving) en anderzijds het *niet-energetisch energiegebruik* (gebruik van energiedragers als grondstof in een productieproces, bv. het gebruik van aardgas voor de productie van ammoniak NH₃).

Het totale energiegebruik van de industrie in Vlaanderen steeg sinds 1990 met 65 % en had in 2002 een aandeel van 41 % in het bruto binnenlands energiegebruik. Meer dan 75 % van deze stijging is te wijten aan de sterke stijging van het niet-energetisch energiegebruik in de chemie (+270 %). Het energetische energiegebruik daalde tussen 1990 en 2002 in de voedingssector (-8 %), was stabiel in de staal-, textiel- en papierindustrie, en steeg sterk in de chemie (+43 %) en in de andere industrietakken (+25 %). Globaal steeg dit energetisch energiegebruik met 21 %.

Figuur 3: Evolutie van de CO₂-emissie en het energiegebruik in de industrie (Vlaanderen, 1990-2002)



* Inclusief het relatief zeer kleine gebruik voor laagspanning en warmte dat niet kan toegewezen worden aan de verschillende subsectoren.

Bron: Vito, VMM.

De CO₂-emissie steeg sinds 1990 met 18 % en heeft nu een aandeel van 26 % in de totale CO₂-emissie in Vlaanderen. De industrie is hiermee, samen met verkeer & vervoer, de hoofdverantwoordelijke voor de stijging van de CO₂-emissie in Vlaanderen sinds 1990. Een belangrijk deel van de stijging is te wijten aan het niet-energetisch energiegebruik in de chemische industrie (+307 %). De CO₂-emissie veroorzaakt door het energetisch energiegebruik daalde tussen 1990 en 2002 in de voedingssector (-33 %), de textielindustrie (-16 %), de papierindustrie (-7 %) en de staalindustrie (-4 %). Ze steeg echter sterk in de chemie (+61 %) en in de andere industrietakken (+18 %). Globaal steeg de CO₂-emissie afkomstig van het energetisch energiegebruik met 11 %.

Het Intergouvernementeel Panel voor Klimaatverandering (IPCC) stelt op wetenschappelijke gronden dat een onmiddellijke reductie van de globale broeikasgasemissies met 50 tot 70 % nodig is. Als eerste stap heeft België zich ertoe

verbonden om de uitstoot van broeikasgassen met 7,5 % te reduceren in de periode 2008-2012 tegenover 1990 (Kyoto-protocol).

De Vlaamse en Belgische overheid hebben de afgelopen 10 jaar een aantal maatregelen genomen om een efficiënter gebruik van energie in industriële bedrijven te stimuleren. Het betreft onder meer gratis energieadviezen voor KMO's en subsidies voor investeringen in energiebesparing in Vlaanderen, en een federale belastingsaftrek voor energiebesparende investeringen door industriële ondernemingen. Eventuele effecten van deze maatregelen werden, voor zo ver ons bekend, nooit geëvalueerd.

Om de stijgende trend van energiegebruik en broeikasgasemissie in de industrie om te buigen, koos de Vlaamse minister, bevoegd voor Energie, in 2000 voor dezelfde aanpak die in de jaren negentig door een aantal andere geïndustrialiseerde landen (o.m. Nederland, Duitsland, Zuid-Korea en Denemarken) met wisselend succes was toegepast, namelijk het afsluiten van Vrijwillige Akkoorden. Het *Vlaamse Benchmarkingconvenant* is opgesteld voor grote energie-intensieve bedrijven (waarvan het jaarlijks energiegebruik minstens 0,5 PJ bedraagt) én ondernemingen uit alle sectoren die onder de toekomstige EU-richtlijn over verhandelbare emissierechten vallen. Door toe te treden tot het convenant gaan de bedrijven de verbintenis aan om de energie-efficiëntie van hun procesinstallaties op wereldtopniveau te brengen en/of te behouden tegen 2012, er mee rekening houdend dat het wereldtopniveau ook zal verbeteren in de tussenliggende periode. De overheid garandeert als tegenprestatie geen andere verplichtingen op te leggen op gebied van REG of CO₂-reductie, zoals een energie- of CO₂-taks of emissieplafonds. Het is onduidelijk of dit haalbaar is, vermits het al dan niet opleggen van een CO₂-taks of een emissieplafond een federale materie is, terwijl de convenanten een regionale materie zijn. Op 31 oktober 2003 warer 170 bedrijfsvestigingen togetreden tot dit Vlaamse Benchmarkingconvenant.

Het Vlaams Parlement heeft in juli 2003 ook een decreet goedgekeurd dat via een systeem van warmtekrachtcertificaten de ontwikkeling van warmtekrachtkoppeling moet stimuleren.

De federale overheid heeft samen met de gewesten een *Nationaal Klimaatplan 2002-2012* opgesteld. Het plan bevat naast de maatregelen van de gewesten de volgende federale maatregelen voor de industrie: een daling van de BTW voor energiezuinige producten en diensten en een verhoging van de fiscale druk op energie-intensieve activiteiten, gepaard met een verlaging van de lasten op arbeid; beperking van broeikasgasemissie als een doorslaggevend beleidscriterium bij het productbeleid. Deze maatregelen wachten nog op een concrete uitvoering. De belangrijkste maatregel die de federale overheid kan nemen is het invoeren van een CO₂-heffing.

De Europese Commissie ten slotte heeft een aantal belangrijke, bindende richtlijnen uitgevaardigd, waaronder de Richtlijn voor verhandelbare emissie-

rechten voor grote industriële bedrijven. Deze richtlijn moet tegen midden 2004 door de Lidstaten worden geïmplementeerd.

In de meeste industriële deelsectoren bestaan diverse rendabele mogelijkheden om de energie efficiënter te benutten. Dit geldt in het bijzonder voor België, dat in bijna alle subsectoren van de industrie slechts een gemiddeld energierendement heeft in vergelijking met de andere landen van de EU (tabel 1). De recentste studie waarin de rendabele mogelijkheden voor een rationeler energiegebruik in Vlaanderen (België) werden onderzocht, komt tot de volgende conclusie: in een Benchmarking Scenario, waarin verondersteld wordt dat energie in België tegen 2012 even efficiënt wordt gebruikt als in de buurlanden, kan de energiegerelateerde CO₂-emissie tegen 2012 dalen met 8,1 % ten opzichte van 1990 (Eichhammer, 2003). Met andere woorden, deze CO₂-reductie zou op zich volstaan om de Kyoto-doelstelling te halen.

Tabel 1: Energierendement van enkele Belgische industriële deelsectoren in vergelijking met de andere landen van de Europese Unie

deelsector	energierendement
staal en ijzer	laag
chemie	laag/gemiddeld
metaalbewerking	hoog
voedingssector	gemiddeld

Bron: Eichhammer *et al.*, 2003.

Naast overheidsmaatregelen om de emissie van broeikasgassen te reduceren, is een andere positieve trend te signaleren, namelijk een groeiend aantal ondernemingen dat op eigen initiatief maatregelen neemt om haar CO₂-uitstoot te verminderen. Bijvoorbeeld twee grote chemische bedrijven hebben recent een warmtekrachtcentrale gebouwd of zullen dit binnenkort doen, met een vermogen van samen 600 MW.

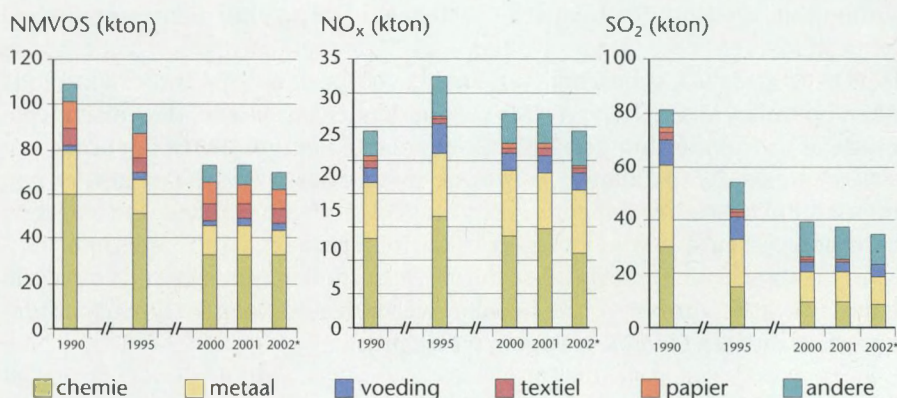
De mate waarin de overheden en de bedrijven erin slagen om de rendabele mogelijkheden voor rationeel energiegebruik in de Vlaamse industrie optimaal te laten benutten, zal bepalen of het Klimaatbeleid althans op korte termijn (2012, Kyoto-protocol) gunstig is voor de Vlaamse economie. Studies van het Federaal Planbureau tonen aan dat een belasting van fossiele brandstoffen op basis van hun CO₂-uitstoot – indien gerecycleerd naar een verlaging van de loonkosten – positieve gevolgen kan hebben voor de economie en de werkgelegenheid (Bossier *et al.*, 2002). Als de diverse actoren daar niet in slagen, zullen maatregelen nodig zijn die geld kosten en voor onze economie geen baten opleveren (onder meer de inzet van flexibele mechanismen).

— Emissie van NMVOS, NO_x en SO₂ in lucht

Figuur 4 geeft de emissie van NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen), NO_x en SO₂ weer van de Vlaamse industrie voor een aantal jaren in de periode 1990-2002.

De industrie is de grootste emitter van NMVOS (42 %), gevolgd door de sector verkeer & vervoer (22 %). Het grootste aandeel binnen de industrie is afkomstig van de chemie. Sinds 1990 zit er een duidelijk dalende trend in de NMVOS-emissie door de Vlaamse industrie (-36 %); sinds 1999 bleef de emissie echter nagenoeg stabiel. Wat betreft de NO_x-emissie is de industrie met 16 % de tweede emitter, na het verkeer & vervoer (46 %). De belangrijkste bijdragen van de industrie zijn afkomstig van de chemie- en de metaalsector. Sinds 1990 is er nauwelijks vooruitgang inzake reductie van NO_x-emissie, er is wel een daling met 8,5 % tussen 2001 en 2002. Qua SO₂-emissie in Vlaanderen delen de energie- en de industriële sector ex aequo de eerste plaats (beide 38 %). Binnen de industrie leveren ook hier de chemie- en de metaalsector de grootste bijdragen. Sinds 1990 daalde de SO₂-emissie jaar na jaar, in totaal reeds met 57 % (tussen 2001 en 2002 met 7 %).

Figuur 4: Industriële emissie van NMVOS, NO_x en SO₂ in lucht (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

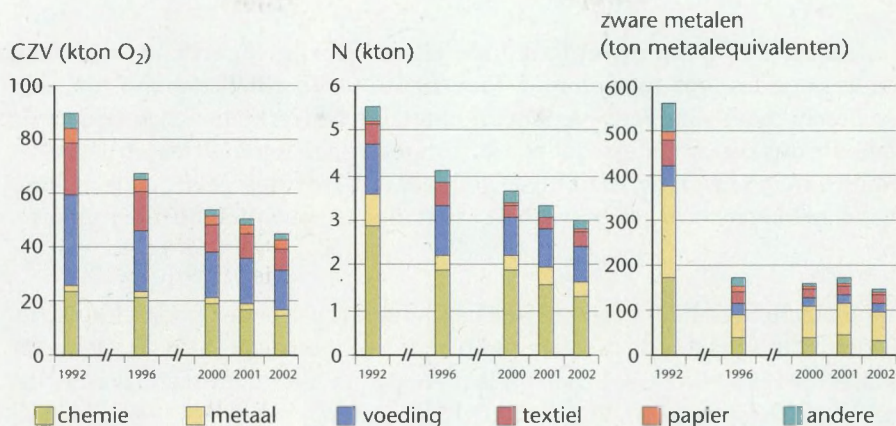
Binnen de Europese Unie zijn er, in het kader van de *Europese Richtlijn Nationale Emissiemaxima (NEM)*, nationale plafonds voor 2010 opgesteld voor de emissie van verschillende pollutanten. Door de Interministeriële Conferentie Leefmilieu werden nadien emissieplafonds voor NMVOS, SO₂, NO_x en NH₃ vastgelegd voor België en vervolgens voor de gewesten.

Een belangrijk probleem is dat deze emissieplafonds nog niet volledig opgesplitst zijn naar het niveau van de doelgroepen. Aangezien zich strengere maatregelen zullen opdringen om de doelstellingen te behalen, heeft de Afdeling AMINABEL van AMINAL voor enkele deelsectoren van de Vlaamse industrie het initiatief genomen tot *emissiereductiestudies*. De studies van de chemische industrie (opgesplitst in drie homogene subgroepen), de ijzer- en staalsector, de non-ferro-industrie, de grafische sector en de sector metaalontvetting en oppervlaktereiniging werden reeds afgerond (van de chemische industrie is slechts één van de drie subgroepen afgerond). Het doel van deze studies is een overzicht te maken van het emissiereductie-potentieel, wat betreft technische en economische aspecten. Zowel procesgeïntegreerde als end-of-pipe-technieken werden hierbij bestudeerd. Belangrijke NO_x - en SO_2 -reducties kunnen gerealiseerd worden in de ijzer- en staalindustrie. Rookgascirculatie in sinterfabrieken kan potentieel een oplossing bieden; de technische haalbaarheid hiervan staat echter nog ter discussie. Ook actieve kooladsorptie kan een belangrijk alternatief bieden (voor SO_2), dat bovendien goedkoper is. De non-ferro-industrie kan belangrijke maatregelen nemen met betrekking tot stookemissies: verandering van brandstof, het gebruik van laag- NO_x -branders of selectief katalytische en niet-katalytische reductie. Hoewel de sector van metaalontvetting en oppervlaktereiniging en de grafische sector een relatief beperkte bijdrage tot de totale uitstoot hebben, kunnen ook zij enkele NMVOS-reducties tot stand brengen. Door het uitvoerig gebruik van organische solven-ten in deze sectoren blijft hier ruimte voor reductie van NMVOS-emissie, gaande van 'good housekeeping', over substitutie van het gebruikte solvent, tot reiniging in 100 % gesloten systemen, plasmareiniging of nabehandeling van de solventemissie. Ook bij de chemische sector werd een ruim reductiepotentieel vastgesteld: een zeer brede waaier van reductiemaatregelen voor zowel NMVOS, NO_x als SO_2 is beschikbaar. Enkele voorbeelden zijn: intern vlottende daken op tanks, adsorptie van NMVOS-houdende ventgassen, thermisch recuperatieve naverbranding van NMVOS-houdende ventgassen, het gebruik van DeNOx- en DeSOx-installaties, absorptie-installaties ... Daarnaast zijn er nog emissiereductiestudies lopende voor de volgende industriële activiteiten: coatingprocessen, autoassemblage, elektriciteitsproductie, raffinaderijen, verfsector en diverse kleine NMVOS-sectoren. Deze studies zullen voor de overheid de basis moeten vormen om te bepalen welke deelsectoren welke inspanningen zullen moeten leveren (en tegen welke prijs).

— Lozingen van CZV, N en zware metalen in bedrijfsafvalwater

De vermelde gegevens betreffen enkel de *bemonsterde bedrijven*. Deze vertegenwoordigen 95 % van het totaal volume bedrijfsafvalwater. Het aandeel van de gemeten vrachten verschilt sterk van stof tot stof en bedraagt meer dan 80 % van het totaal voor zuurstofbindende stoffen en nutriënten. In de toekomst zal voor de emissie van niet-bemonsterde bedrijven een collectieve bijschatting gebeuren om de inventarisatie compleet te maken. De emissie van de belangrijkste vervuilingsparameters is weergegeven in figuur 5. De eerst beschikbare gegevens dateren uit 1992, dat als basisjaar gekozen werd.

Figuur 5: Industriële lozingen van CZV, N en zware metalen in bedrijfsafvalwater (Vlaanderen, 1992-2002)



Bron: VMM.

De industriële lozingen van BZV en CZV daalden aanzienlijk over de periode 1992-2002: met 57 % voor BZV en met 51 % voor CZV. De belangrijkste CZV-reducties vonden plaats in de voedings- (-57 %), de textiel- (-54 %) en de andere industrieën (-75 %). In de metaalsector werd maar weinig vooruitgang geboekt (-12 %) in deze periode. Deze sector heeft wel slechts een beperkte bijdrage tot de totale emissie van BZV en CZV.

De lozingen van *stikstof* en *fosfor* lagen in 2002 eveneens beduidend lager dan in 1992 (respectievelijk -42 % en -60 %). Sinds 1992 werden jaar na jaar lagere emissies gerealiseerd. De chemie loosde in 2002 het meeste stikstof in bedrijfsafvalwater (43 %).

Voor de *zware metalen* worden de lozingen weergegeven in metaal-equivalenten, d.w.z. dat er aan de lozingswaarden van de verschillende metalen een gewichtsfactor wordt toegekend om de milieutoxiciteit van de verschillende componenten in rekening te brengen. De totale emissie is over de periode 1992-2002 met 74 % gedaald, hoofdzakelijk in de periode tot en met 1995. Vanaf 1996 bleef de emissie van zware metalen in industrieel afvalwater praktisch constant. De grootste emittoren zijn de metaalsector (43 % in 2002) en de chemie (24 %).

Het totale geloosde *debiet* van bedrijfsafvalwater in 2002 bedroeg 213 miljoen m³. Dit is te vergelijken met de waarde van 1992. Tot halverwege de jaren '90 was er een stijgende trend in geloosd debiet waar te nemen, maar sinds 1999 is er opnieuw een duidelijk dalende trend. Dit is onder andere te danken aan ver-

hoogde heffingen op grondwaterwinning en op afvalwaterlozingen, waardoor meer en meer bedrijven spaarzamer omgaan met water.

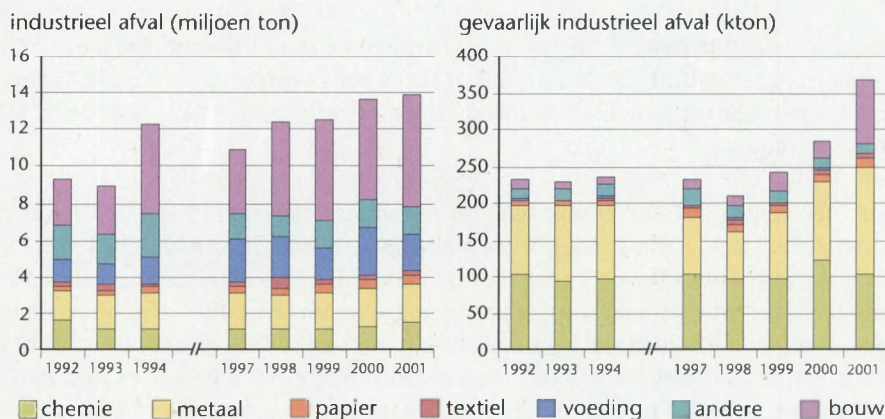
— Productie van afval en gevaarlijk afval

Voor *industriële afval*, zowel *totaal* als *gevaarlijk*, zijn gegevens beschikbaar voor de periodes 1992-1994 en 1997-2001 (figuur 6). Voor 1995 en 1996 zijn geen data beschikbaar voor bedrijven met minder dan 20 werknemers, waardoor de productie dus zwaar onderschat wordt. Aangezien een bijschatting op basis van de data van 1994 en 1997, zoals bij de vorige MIRA-T-edities, geen goede resultaten gaf, hebben ervoor we gekozen de jaren 1995 en 1996 niet meer te rapporteren.

De *bouwsector* wordt hier afzonderlijk beschouwd (i.p.v. onder andere industrieën), omdat deze sector de grootste producent van industrieel afval is. De sector afvalrecuperatie (NACE-Bel-code 37) is niet opgenomen in dit sectorhoofdstuk, maar wordt besproken onder 1.6 Handel & diensten.

In 2001 werd er in Vlaanderen 14 miljoen ton industrieel afval geproduceerd. Dit is 0,3 miljoen ton meer dan in 2000 en 4,6 miljoen ton meer dan in 1992. 43 % van deze hoeveelheid was afkomstig van de bouwsector. De chemiesector kende in 2001 met 21 % de relatief sterkste toename, de voedingssector produceerde in 2001 22 % minder afval dan het jaar ervoor.

Figuur 6: Evolutie van de industriële afvalproductie (totale hoeveelheid en hoeveelheid gevaarlijk afval) (Vlaanderen, 1992-2001)



Bron: OVAM.

In 2001 werd 381 kton gevaarlijk afval geproduceerd, een stijging van 42 % ten opzichte van 1992 en van 22 % tegenover 2000. De belangrijkste stijgingen

situëren zich in de bouw- en metaalsector. De belangrijkste daling werd vastgesteld in de deelsector andere industrieën.

Op dit ogenblik gaat binnen de industrie veel aandacht uit naar een preventieve aanpak van de afvalproductie en naar eco-efficiënt produceren. In december 2002 werd het *vijfde PREventieSTimulerend programma (PRESTI-5)*, hoofdzakelijk gericht op KMO's, door de Vlaamse regering goedgekeurd. Het MINA-fonds stelt in dit PRESTI-5-programma subsidies ter beschikking voor eco-efficiënt produceren; het beheer gebeurt door OVAM. Hierbij wordt extra aandacht besteed aan een gedragsverandering, gericht op alternatieven voor selectieve inzameling en end-of-pipe-oplossingen. Het *Steunpunt en Informatiecentrum voor Preventie van afval (STIP)* richt zich op intermediaire organisaties en kan dankzij studiedagen en cursussen als een startplatform beschouwd worden voor eco-efficiënt produceren. Daarnaast biedt *Milieu & Winst* voor diverse sectoren een elektronische databank van preventiemaatregelen en gevalstudies aan, die tonen hoe milieuvriendelijk produceren (in termen van afval- en emissiepreventie) in de praktijk kan gebracht worden. Milieu & Winst is een samenwerking tussen OVAM en STIP. Tot slot is bij OVAM ook *Factor-10* van start gegaan. Factor-10 is het meest recente Vlaamse informatiepunt voor ecodesign en heeft tot doel milieuvriendelijke projectontwikkeling te stimuleren. Het is de ambitie dat een product in 2050 een factor 10 minder milieubelastend is in vergelijking met het huidige product met dezelfde functionaliteit. Om aan deze doelstelling tegemoet te komen, wordt de volledige productlevenscyclus aan een uitvoerige analyse onderworpen, en dit op vier niveaus: productverbetering, productinnovatie, innovatie in functievervulling en systeeminnovatie.

Een belangrijk deel van het industrieel afval is het verpakkingsmateriaal. Sinds 1998 bestaat er hiervoor een *terugnameplicht*. Selectieve inzameling van industrieel verpakkingsafval in België gebeurt door de hiervoor erkende organisatie, VAL-I-PAC, waarvan momenteel 7 777 bedrijven lid zijn. Samen vertegenwoordigt dit 540 kton afval, een stijging van 2 % ten opzichte van 2001. Voor de periode 2002-2006 is een nieuwe erkenning (voor terugnameplicht van en informatieplicht over industrieel afval) uitgereikt. Deze voorziet hogere forfaits voor selectieve containers en een nieuw recyclageforfait voor houten verpakkingen. Hierdoor zullen vooral meer KMO's kunnen genieten van een vergoeding voor hun sorteerinspanningen.

Voor een aantal afvalsoorten gelden reeds specifieke uitvoeringsplannen. Deze geven, samen met het milieujaarprogramma, een invulling aan het afvalbeleid (milieubeleidsplan) op operationeel of uitvoeringsgericht niveau. Op dit ogenblik gelden al het Uitvoeringsplan Bouw- en sloopafval, het Uitvoeringsplan Organisch-biologisch afval en het Uitvoeringsplan Selectieve inzameling Bedrijfsafval van Kleine Ondernemingen. Sinds dit jaar is ook het Uitvoeringsplan Slib goedgekeurd. Verder zijn er Uitvoeringsplannen voor Hoogcalorisch Afval en voor Houtafval in besluitvorming. Tot slot is er ook een Uitvoeringsplan Bagger in voorbereiding.



Meer informatie in het achtergronddocument Industrie op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

AMINAL, Afdeling AMINABEL (2002 en 2003) Diverse studies ter evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse pollutentemissies naar het compartiment lucht voor verschillende industriële activiteiten.

Barker T. (2001) Costs of emission limitations – a macroeconomic view. The Royal Society Meeting 12-13 December 2001, <http://www.theroyalsociety.org/climate>

Bossier F., Bracke I., Vanhorebeek F. (2002) The impacts of energy and carbon taxation in Belgium, Federaal Planbureau, Brussel.

<http://www.inem.org>

<http://www.iso.com>

Eichhammer W., Jochem E. (1999) Voluntary Agreements for the reduction of CO₂-greenhouse gas emissions in Germany and their recent first evaluation, presented at the CAVA workshop 'The World-wide Use of Voluntary Approaches: State of the Art and National Patterns', Ghent Nov. 26-27, 1999,
<http://allserv.rug.ac.be/~mdeclerc/CMM/CAVA/papers/eichhammer.pdf>

Eichhammer W. (ed.) (2003) Beheer van de Energievraag in het Raam van de door België te leveren Inspanningen om de Uitstoot van Broeikasgassen te Verminderen, Fraunhofer Institut, Oxford University, University of Antwerp, Ghent University, CEA, Enerdata, IW, <http://mineco.fgov.be/energy>

Larsen A. (2001) The Assessment of Voluntary Programs in Selected Countries: Findings from the VAIE Project, Paper presented at the IEA workshop Government-Industry Co-operation to Improve Energy-efficiency and the Environment Through Voluntary Action, 22 February 2001, Washington DC,
www.iea.org/workshop/gov/govalpr.pdf

OVAM (2003) Bedrijfsafvalstoffen, cijfers en trends voor de productie, verwerking, invoer en uitvoer.

<http://www.valipac.be>

Vlaams Centrum voor Kwaliteitszorg (2003) persoonlijke mededeling.

Lectoren

Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv

Ann Crabbé, Faculteit Politieke en Sociale wetenschappen, UA-UIA

Bram Claeys, SGS Environmental Services

Bart De Schutter, Directoraat-generaal, AMINAL

Steven Lauwereins, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie

Bart Hedeboom, ANRE, Departement EBWL

Dirk Gullentops, Figas

Lars Hegemann, APS, Departement AZF

Jan Kielemoes, VLM

Jan Kretzschmar, Peter Vercaemst, Vito

Annick Lamote, Marie-Rose Van den Hende, VMM

Inge Leemans, Paul Van Huffel, Afdeling Water, AMINAL

Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Katleen Mariën, Marc Van den Bosch, Studiedienst VEV

Koen Smeets, OVAM

Dirk Van Braeckel, ETHIBEL vzw

An Van de Vel, Agoria Vlaanderen

Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent

Hugo Westyn, Electrabel

1.3 Energie

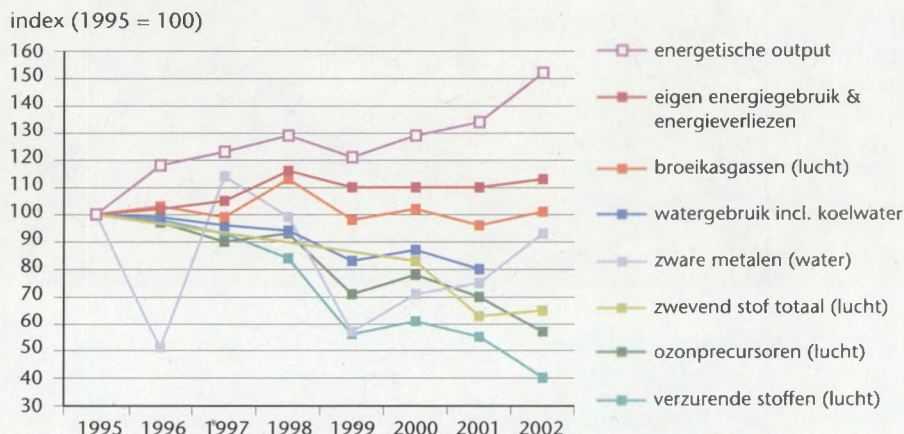
Johan Couder, Veronik Bongaerts, Aviel Verbruggen, STEM, UA

Johan Brouwers, MIRA, VMM

1 Eco-efficiëntie

De energiesector bestaat in Vlaanderen hoofdzakelijk uit petroleumraffinaderijen en ondernemingen die instaan voor de productie, de opslag (in geval van aardgas), het transportnetbeheer, het distributienetbeheer, de handel ('trading') en de levering aan eindafnemers van elektriciteit of aardgas.

De energetische output van de energiesector – dit is de som van de energie-inhoud van zijn eindproducten zoals benzines, elektriciteit of aardgas – nam sterk toe in de periode 1995-2002: +52 % (figuur 1). De energie die de sector zelf gebruikt en de energie die verloren gaat bij de transformatie, het transport en de distributie, kent vanaf 2001 weer een stijgend verloop. Die stijging is minder uitgesproken dan deze van de energetische output. Dit betekent dat de energiesector haar rendement nog steeds weet te verbeteren, maar onvoldoende om de sterk gestegen energetische output volledig te compenseren (*relatieve ontkoppeling*). De emissie van de broeikasgassen schommelt al jaren rond het niveau van 1995. De emissies van verzurende stoffen, zwevend stof en ozonprecursoren bleven in 2002 – zoals de voorgaande jaren – beneden het niveau van 1995 (*absolute ontkoppeling*). De energiesector gebruikt aanzienlijke hoeveelheden koelwater (vooral de elektriciteitsbedrijven), en loost relatief belangrijke hoeveelheden afvalwaters (vooral petroleumraffinaderijen). Data over de meer relevante lozingen naar het oppervlaktewater (olie, waterstofsulfide, ammoniak, fenolen en cyaniden) hebben we niet, zodat we ons moeten beperken tot de lozingen van zware metalen. Deze zijn sterk afhankelijk van de samenstelling van steenkool en vooral petroleum, die sterk verschilt van jaar tot jaar naargelang de herkomst van deze energiebronnen. De lozingen van zware metalen stijgen onafgebroken sedert 1999, maar bleven in 2002 nog net onder het niveau van 1995. Het gebruik van water, inclusief koelwater, kent sedert 1995 een onafgebroken dalende trend.

Figuur 1: Eco-efficiëntie van de energiesector (Vlaanderen, 1995-2002)

Bron: Vito en VMM.

2 Maatschappelijke activiteiten

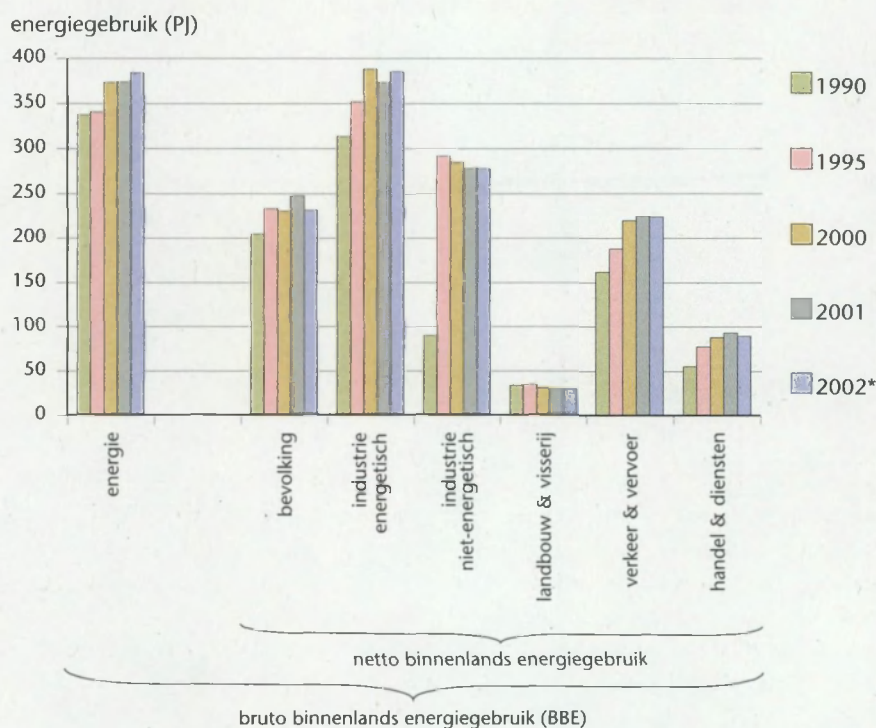
De vraag naar energie door de verschillende sectoren is de sturende kracht voor de ontwikkeling van de energiesector. De eerste indicatoren richten zich bijgevolg op de evolutie en de aandelen van de sectoren in het energiegebruik (figuur 2) en op de evolutie van de energieprijzen voor eindgebruikers (figuur 3). We brengen vervolgens de energie- en koolstofintensiteit van heel Vlaanderen in beeld (figuur 4). De indicatoren productie door elektriciteitsbedrijven en petroleumraffinaderijen (figuur 5), productie van elektriciteit, warmte en brandstoffen uit hernieuwbare energiebronnen (figuur 6) en productie van elektriciteit en warmte door middel van warmtekrachtkoppeling (figuur 7) concentreren zich op de activiteiten van de energiesector zelf.

— Energiegebruik in Vlaanderen

Het energiegebruik ligt voor bijna alle sectoren in Vlaanderen hoger in 2002 dan in 1990, met name +64,6 % voor industrie, +61,2 % voor handel & diensten, +38,3 % voor verkeer & vervoer, +12,6 % voor bevolking, en +13,7 % voor de energiesector zelf (figuur 2). De enige uitzondering is de sector landbouw & visserij, met een daling van 12,2 %. De stijging voor industrie is vooral het gevolg van de toename van het niet-energetisch eindgebruik (de inzet van energiedragers als grondstof) in de periode 1990-2000. Het energiegebruik voor gebouwenverwarming (vooral bevolking en gedeeltelijk ook handel & diensten) is klimaatgebonden – de weersomstandigheden waren in 2002 uitzonderlijk zacht, wat de daling voor die sectoren ten aanzien van 2001 verklaart. Het aandeel van de industriële sector in het bruto binnenlands energiegebruik (BBE) is 40,9 % in 2002 (23,8 % energetisch gebruik en 17,1 % niet-energetisch gebruik). De aandelen van

de andere sectoren zijn: bevolking 14,3 %, verkeer & vervoer 13,8 %, handel & diensten 5,5 % en landbouw & visserij 1,8 %. Bijna een kwart (23,7 %) van het BBE gaat binnen de energiesector verloren bij de omzetting van de ene energievorm in de andere of bij het transport en de distributie van de energie naar de eindgebruikers.

Figuur 2: Evolutie van het energiegebruik per sector (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Vito.

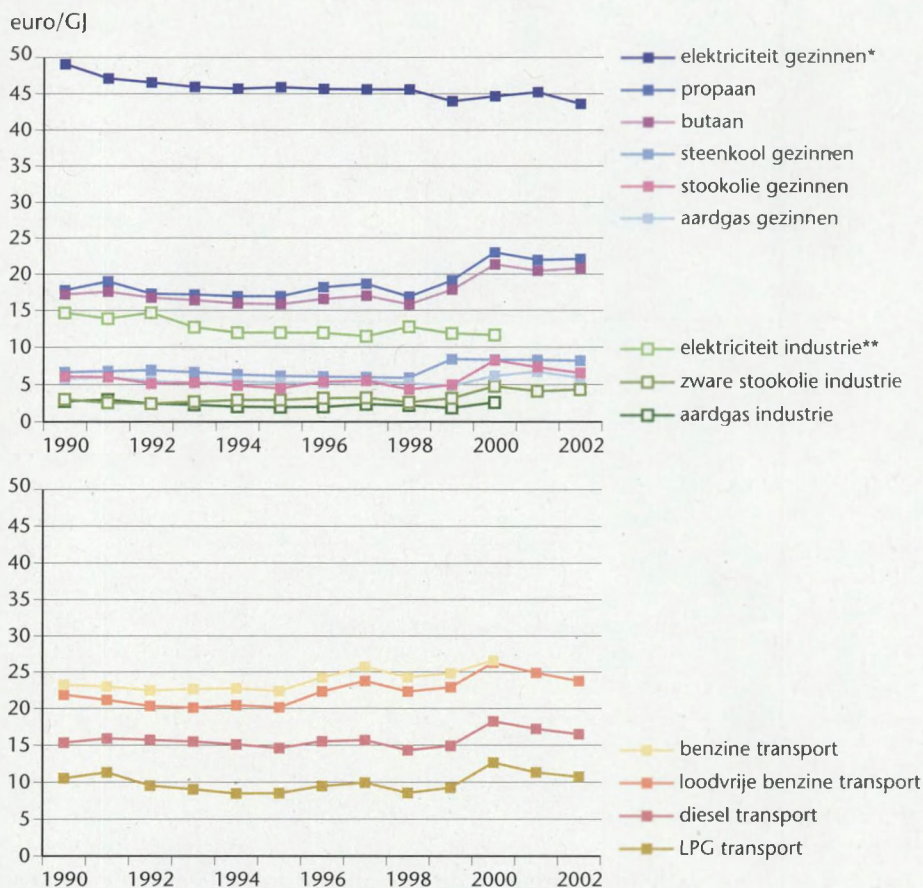
— Energieprijzen

Figuur 3 geeft het verloop van de gemiddelde prijzen van alle energievormen, rekening houdend met hun specifieke energie-inhoud en uitgedrukt als euro/GJ in constante prijzen van 1990. Omwille van de grote diversiteit aan tarieven die zelfs binnen 1 sector van toepassing zijn, volstaan deze gemiddelden niet om het energiegebruik binnen 1 sector te verklaren. De figuur laat wel toe om de verhoudingen weer te geven tussen de gemiddelde prijzen voor de verschillende sectoren en voor de verschillende energievormen.

De evolutie van de reële eindgebruiksprijzen voor individuele eindgebruiksvormen (elektriciteit, aardgas, steenkool en olieproducten) is een maatstaf voor

de prikkels die de eindgebruikers ondervinden om hun energie-efficiëntie te verhogen. De *relatieve prijsniveaus* bepalen in belangrijke mate of een eindgebruiker kiest voor een energievorm die minder schadelijk is voor het milieu (3.3 Economie). Men moet bovendien een onderscheid maken tussen korte- en langetermijneffecten. De lange termijn biedt meer mogelijkheden voor omschakeling naar een andere energievorm.

Figuur 3: Evolutie van de gemiddelde energieprijzen (incl. taken en BTW) voor verschillende eindgebruikers: gezinnen, transport en industrie (België, 1990-2002)



* Gemiddeld dagtarief laagspanning. Houdt geen rekening met de prijs voor verbruik tijdens de nacht (nachttarief) die voor gezinnen ruim de helft goedkoper is dan het dagtarief. Ook andere sectoren dan bevolking maken gebruik van elektriciteit op laagspanning.

** gemiddeld tarief hoogspanning

Bron: Federale Overheidsdienst Economie, KMO, Middenstand en Energie; Jaarverslagen Figas.

Om de evolutie van de energieprijzen te begrijpen, moeten we eerst kort schetsen hoe ze tot stand kwamen. In de beschouwde periode 1990-2002 werden de *prijzen van elektriciteit en gas* gereguleerd door het Controlecomité voor de Elektriciteit en het Gas (CEEG). CCEG hanteerde voor de elektriciteitsprijzen een 'kost-plus' redenering, waarbij de *aanbevolen verkoopprijs* gebaseerd was op de gemiddelde kosten voor productie, transport en distributie van elektriciteit, plus een zekere 'billijke winst' voor de elektriciteitsbedrijven. De aardgas-prijzen werden bepaald door de aardgasprijs aan de Belgische grens te vermeerderen met de kosten voor opslag, transport en distributie. De aardgasprijs aan de grens bevat termen die — gespreid en met een vertraging van 6 maanden — mee evolueren met de wereldprijzen van aardolieproducten. De intercommunales verantwoordelijk voor de distributie waren niet 'wettelijk verplicht' de aanbevolen prijzen te volgen, maar gedroegen zich wel zo. Na de liberalisering van de energiemarkten in Vlaanderen (vanaf 1 juli 2003) zijn de leveranciers en de producenten volledig vrij om zelf hun prijzen vast te leggen. De opvolger van CCEG, de Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas (CREG), kan nog altijd maximumprijzen vastleggen (bv. om prijsafspraken tegen te gaan), maar is vooral verantwoordelijk voor het vaststellen van de prijzen die de (transport- en distributie-)netbeheerders mogen aanrekenen. Verschillende studies (OECD/IEA, 2001; Gusbin *et al.*, 2003) vergeleken de Belgische elektriciteits- en aardgasprijzen met deze van andere Europese landen. De verhouding tussen de (gemiddelde) elektriciteitsprijzen voor de gezinnen enerzijds en voor de industrie anderzijds was in België aanzienlijk hoger dan in de buurlanden. De (gemiddelde) elektriciteitsprijs die de gezinnen in 1998 moesten betalen was, op twee na, dan ook de hoogste van alle OESO-landen. Kleine residentiële gebruikers betaalden doorgaans meer dan de grote, die vaak konden profiteren van het gunstig nachttarief. De (gemiddelde) elektriciteitsprijs, die de industrie moest betalen, was veel lager dan het gemiddelde van de Europese OESO-landen. De verhouding tussen de aardgasprijs voor de gezinnen en voor de industrie was vergelijkbaar met deze in de buurlanden. De gemiddelde aardgasprijs voor de gezinnen was in 1998 net iets lager dan het gemiddelde van de Europese OESO-landen. De (gemiddelde) aardgasprijs die de industrie in 1999 moest betalen, was lager dan in de buurlanden. Het is voorlopig afwachten wat het effect zal zijn van de liberalisering op de elektriciteits- en gasprijzen.

De *maximumprijzen van de petroleumproducten* in België worden bepaald door een berekeningsmethode vastgelegd in de programmaovereenkomst tussen de Belgische staat en de Belgische Petroleumfederatie. Het Ministerie van Economische Zaken berekent dagelijks de prijs per liter van de afgewerkte producten, waarbij het rekening houdt met hun internationale notering, de dollarkoers, een distributiemarge die de operationele kosten moet dekken (inclusief winstmarge), de kosten van de wettelijk verplichte voorraad, en de taken (accijnzen en BTW). De vrije markt zorgt ervoor dat de werkelijke marktprijzen onder deze maxima schommelen. Het aandeel van taken in de prijzen voor diesel- en (lichte) stookolie is in België merkkelijk hoger voor de gezinnen dan voor de industrie. De benzineprijzen in België stemden eind jaren '90 overeen met de Europese gemiddelden, de dieselprijzen waren iets lager.

De *energiekeuze van de eindgebruikers* hangt van veel meer factoren af dan enkel de (onzekere) energieprijzen. We gebruiken als voorbeeld de keuze voor de verwarming van een nieuwbouwwoning. De goedkoopste energievormen zijn olie en aardgas. De prijs per J van elektriciteit — en in het bijzonder het dagtarief — is veel hoger dan die van olie of aardgas. De investerings- en onderhoudskosten voor installaties op olie zijn dan weer het hoogst (o.a. omwille van de wettelijke vereisten inzake brandstofreservoirs), deze voor installaties op elektriciteit het laagst. Elektriciteit is zogenaamd de 'schoonste' energievorm, omdat bij eindgebruik geen schadelijke emissies vrijkomen. Aardgas is een schonere energievorm dan olie, maar vanaf november 2002 is er een 'extra' olie op de markt met slechts 0,005 % zwavel zodat deze — althans wat betreft zwavelemissies — vergelijkbaar is met aardgas. Om te achterhalen welke energievorm echt het 'schoonst' is, zou men een levenscyclusanalyse (milieudruk vanaf ontginning tot eindgebruik) van alle energievormen moeten uitvoeren. We vergeten bovendien alternatieven zoals warmtepompen, zonne-energie of in de toekomst brandstofcellen, die voor de bovenvermelde factoren elk hun eigen voor- en nadelen hebben. Energiekeuze is een complexe zaak. Het eigenlijke energiegebruik is naast de prijzen dan weer afhankelijk van factoren zoals het inkomen, de gezinstoestand (samenstelling en grootte), de levensstijl (o.a. instelling en regeling van de binnentemperatuur), de bouwfysische kenmerken van de woning (o.a. de isolatie, de basisventilatie, de passieve benutting van zonne-energie), het rendement van de verwarmingsinstallatie en factoren buiten de mens om zoals de weersomstandigheden.

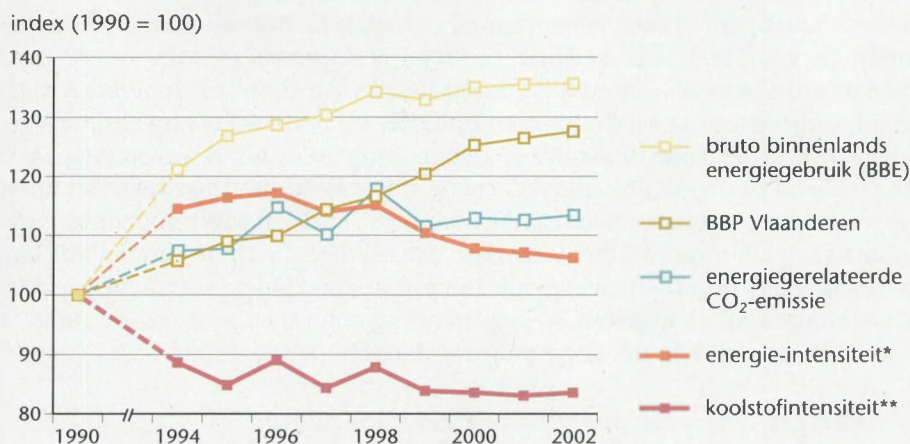
De invloed van de prijzen op het energiegedrag is in theorie te achterhalen via complexe economische modellen die de prijselasticiteiten proberen te schatten. De *prijselasticiteit* e van een energievorm duidt aan dat de vraag naar die energievorm met $|e|$ % zal dalen (de wet van de vraag stelt dat e negatief is) als de prijs met 1 % zou stijgen. De literatuur toont aan dat geschatte prijselasticiteiten zeer sterk variëren, o.a. naargelang de beschouwde regio en tijdsperiode, maar ook in functie van de gebruikte data en schattingsmethoden. De meeste energie-economen zijn het eens dat de prijselasticiteit van energie eerder inelastisch is ($|e| < 1$), maar wel significant verschillend van nul. Dit betekent concreet dat de overheid het energiegedrag van de eindgebruikers kan beïnvloeden door de invoering van een energietaks. Een gelijkaardige maatregel is een CO₂-taks: in 2002 was immers 96,5 % van de CO₂-emissies in Vlaanderen een rechtstreeks gevolg van het energetisch gebruik van (vnl. fossiele) brandstoffen. Een recente diepgaande studie over de invloed van de energieprijzen op het energiegedrag van de sectoren in Vlaanderen of België ontbreekt. Europese modelberekeningen in het kader van het klimaatbeleid geven aan dat de toepassing van een CO₂-taks geen negatieve macro-economische effecten zou hebben, op voorwaarde dat men de loonlasten vermindert ('dubbel dividend') en dat men de heffing op gelijkmatige wijze in al de landen van de Europese Unie invoert. De Europese Commissie lanceerde in 1992 een eerste voorstel tot invoering van een CO₂/energie-heffing, zonder gevolg. In maart 1997 volgde een voorstel tot richtlijn voor de 'Harmonisatie van accijnzen op energieproducten', dat pas in maart 2003 in sterk afgezwakte vorm door de Europese Raad werd aanvaard. De minimumaccijnzen zijn sterk teruggeschoefd t.o.v. het oorspronkelijke

voorstel, en er zijn heel wat uitzonderingen en overgangsregelingen voorzien. Er is in België sedert 1993 wel een bijdrage op de energie, met name een indirecte belasting geheven op het gebruik van motorbrandstoffen, fossiele brandstoffen en elektrische energie, ongeacht de oorsprong ervan. De programmawet van 5 augustus 2003 voorziet een aantal wijzigingen. Het tarief van de energiebijdrage voor ongelode benzine en voor kerosine stijgt met 110 % naar 28,6317 euro per 1 000 liter bij 15° C. Het tarief voor diesel, tot hiervoor vrijgesteld, bedraagt nu 14,8736 euro per 1 000 liter bij 15° C. LPG is nog altijd vrijgesteld. Het tarief voor 'stookolie gezinnen' stijgt met 60 % van 8,4284 naar 13,4854 euro per 1 000 liter bij 15° C. Zware stookolie blijft vrijgesteld. Het tarief voor aardgas daalt met 5 % van 1,2199 naar 1,1589 euro per MWh voor de klanten waarvan het verbruik kleiner is dan 976,944 MWh per jaar. De klanten met een aardgasverbruik groter dan of gelijk aan 976,944 MWh per jaar zijn vrijgesteld. De bijdrage voor elektriciteit op laagspanning stijgt met 40 % van 1,3436 naar 1,9088 euro per MWh. Het hoogspanningstarief blijft vrijgesteld.

— Energie- en koolstofintensiteit van Vlaanderen

De *energie-intensiteit* drukt het BBE (zie ook figuur 2) uit per eenheid bruto binnenlands product (BBP). Deze indicator geeft een goed beeld van de evolutie inzake energieafhankelijkheid van de Vlaamse economie. De energieintensiteit daalt onafgebroken sedert 1998, maar lag in 2002 toch nog 6,2 % hoger dan in 1990 (figuur 4). De afname sinds 1998 is het gevolg van een verschuiving van het economisch belang van de industrie naar de minder energieintensieve sector van handel & diensten. De *koolstofintensiteit* van het energiegebruik drukt de energiegerelateerde emissie van enkel CO₂ uit per eenheid BBE. Deze indicator meet hoe succesvol het beleid is in het beperken van de CO₂-emissie als gevolg van het (energetisch) gebruik van koolstofintensieve brandstoffen. De grote daling van de koolstofintensiteit begin jaren negentig is echter niet het gevolg van een overschakeling op minder koolstofintensieve brandstoffen, maar van de sterke toename van het industrieel niet-energetisch energiegebruik dat mee verrekend zit in het BBE. Het verloop van de koolstofintensiteit is vrij stabiel vanaf 1999.

Figuur 4: Evolutie van de energie-intensiteit en koolstofintensiteit (Vlaanderen, 1990-2002)



* energie-intensiteit = hoeveelheid BBE per eenheid BBP uitgedrukt in constante prijzen van 1990

** koolstofintensiteit = hoeveelheid energiegerelateerde CO₂-emissie per eenheid BBE

Bron: Vito.

Een lagere koolstofintensiteit is te verwezenlijken door o.a. een efficiëntere inzet van fossiele brandstoffen en een omschakeling naar minder koolstof-intensieve brandstoffen. Het is vooral het milieubeleid in Vlaanderen dat een omschakeling van brandstoffen bevordert. Het energiebeleid heeft een neutrale houding t.o.v. de brandstofkeuze en heeft daarom geen instrumenten ontwikkeld om brandstofomschakeling teweeg te brengen. Om de energie-afhankelijkheid van Vlaanderen te beperken en naar aanleiding van de klimaatproblematiek (2.16 Klimaatverandering) voert Vlaanderen een beleid rond rationeel energiegebruik (REG). Dit beleid steunt hoofdzakelijk op volgende 3 pijlers:

- (het ontwerp van) de *energieprestatieregelgeving* die eisen zal opleggen op het vlak van energieprestaties en binnenklimaat van gebouwen (woningen, kantoren, scholen, industriële gebouwen en andere, zowel bij nieuwbouw als bij verbouwingen of uitbreidingen). Bij de berekening van de energieprestatie zal men niet alleen rekening houden met de gebouwschil (isolatie, luchtdichtheid, passieve zonneprijzen), maar ook met de ventilatie, de installaties (voor warm tapwater, ventilatie en verwarming bij woongebouwen; voor warm tapwater, ventilatie, verwarming, koeling, luchtbevochtiging en verlichting bij utiliteitsgebouwen), en het gebruik van duurzame energie (zonne-energie) en WKK;
- de *REG-actieplannen van de beheerders van de elektriciteitsdistributienetten*. Vanaf 2003 zijn de Vlaamse netbeheerders verplicht om een aantal energie-

besparende maatregelen bij de eindafnemers aangesloten op hun netten financieel te ondersteunen. Elke distributienetbeheerder moet jaarlijks een plan met REG-acties voor het daaropvolgende jaar voorleggen, met de bedoeling bij hun eindafnemers een primaire energiebesparing te realiseren ten belope van 1 % van de geleverde stroom. Dit geldt in 2003 zowel voor hoogspanning (> 1 kV) als voor laagspanning (≤ 1 kV). Voor laagspanning is de doelstelling opgetrokken tot 2 % in 2004, 2,1 % in 2005 en 2,2 % voor 2006 en 2007, met de verplichting om aan elk gezinshoofd een gratis bon toe te kennen voor een spaarlamp, spaardouchekop of energiemeter en aan elk overig gezinslid een bon voor een spaarlamp. In totaal zijn voor de huishoudens een 23-tal acties van start gegaan, gaande van het stimuleren van het plaatsen van dakisolatie en het investeren in energiezuinige verwarmingsinstallaties tot de installatie van een zonneboiler of fotovoltatische panelen. Ook voor de industrie en de tertiaire sectoren zijn er heel wat acties voorzien, bv. het subsidiëren van REG-audits bij deze ondernemingen om uit te wijzen waar ze energiebesparende investeringen kunnen uitvoeren;

- het afsluiten van *benchmarkingconvenanten* met ondernemingen ter verbetering van de energie-efficiëntie. Het Vlaamse Convenant Energiebenchmarking werd door de regering goedgekeurd op 29 november 2002. Dit convenant is opgesteld voor grote energie-intensieve bedrijven (waarvan het jaarlijks energiegebruik minstens 0,5 PJ bedraagt) én ondernemingen uit alle sectoren die onder de toekomstige EU-richtlijn over verhandelbare emissierechten vallen. Door toe te treden tot het convenant gaan de bedrijven de verbintenis aan om de energie-efficiëntie van hun procesinstallaties op wereldtopniveau te brengen en/of te behouden tegen 2012, er mee rekening houdend dat het wereldtopniveau ook zal verbeteren in de tussenliggende periode. De Vlaamse overheid garandeert als tegenprestatie geen andere verplichtingen op te leggen op gebied van REG of CO₂-reductie, zoals een energie- of CO₂-taks of emissieplafonds. Het is onduidelijk of dit haalbaar is, vermits het al dan niet opleggen van een CO₂-taks of een emissieplafond een federale materie is, terwijl de convenanten een regionale materie zijn. Op 31 oktober 2003 waren 170 bedrijfsvestigingen toegetreden.

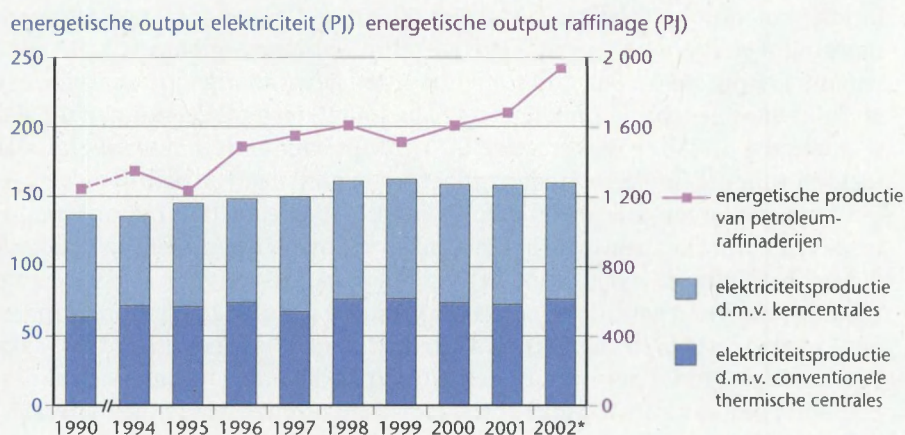
Andere acties op Vlaams niveau hebben betrekking op de cluster energie van de gemeentelijke en provinciale *samenwerkingsovereenkomsten* (= vrijwillige overeenkomsten die een gemeente of provincie kan afsluiten met de Vlaamse overheid op vlak van milieu) waarop werd ingetekend door alle provincies en 171 gemeenten, het ontwerp van een *REG-decreet*, en tot slot op *energie-audits en energieboekhouding in overheidsgebouwen*.

De (federale) overheid voert vanaf het inkomstenjaar 2003 een *belastingvermindering* door voor energiebesparende uitgaven in woningen: vervanging van oude stookketels, installaties voor zonne-energie, plaatsing van superisolerende beglazing, isolatie van daken, plaatsing van thermostaten en de uitvoering van een energie-audit.

— Productie door elektriciteitsbedrijven en petroleumraffinaderijen

Figuur 5 toont de productie van elektriciteit door de elektriciteitsbedrijven en van petroleumproducten door de petroleumraffinaderijen, uitgedrukt als energetische output. De stijging van de energetische output in 2002 t.o.v. 1990 bedroeg +20,5 % voor elektriciteit uit kerncentrales, +13,7 % voor elektriciteit uit conventionele thermische centrales (exclusief verbranding biomassa en afval), en +55,5 % voor de productie van petroleumproducten. De productie van elektriciteit en warmte uit hernieuwbare energiebronnen en WKK (alle sectoren) bespreken we afzonderlijk. Het aandeel van kerncentrales in de elektriciteitsproductie in Vlaanderen was in 2002 met 52,0 % bijna gelijk aan het gemiddelde (52,1 %) over de periode 1990-2002.

Figuur 5: Energetische productie van de elektriciteitsbedrijven en de petroleumraffinaderijen (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

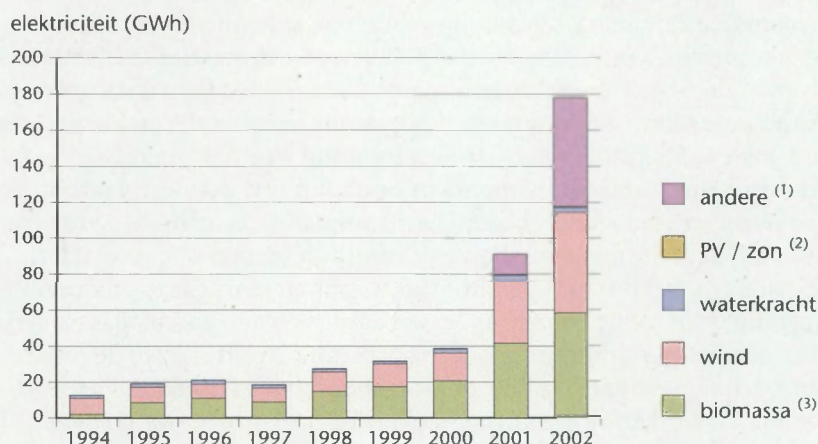
Bron: Vito.

— Productie van elektriciteit, warmte en brandstoffen uit hernieuwbare energiebronnen

De Organisatie voor Duurzame Energie Vlaanderen (ODE) publiceert jaarlijks een overzicht van de productie van elektriciteit en warmte (door *alle* sectoren) uit hernieuwbare energiebronnen in Vlaanderen. De productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen (exclusief restafval) bedroeg 177 859 MWh in 2002, een stijging met 95 % t.o.v. 2001 (figuur 6). Windenergie, biomassa en 'andere' (co-verbranding en vergisting) blijken daarbij ongeveer even belangrijke bronnen met aandelen van respectievelijk 31,6 %, 32,7 % en 33,8 %. Door de beperkte hoogteverschillen in Vlaanderen blijft het aandeel van waterkracht beperkt tot

1,5 %. De stroomproductie d.m.v. fotovoltaïsche cellen is moeilijk in te schatten, maar bedraagt waarschijnlijk minder dan 0,5 % van de opwekking van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen. De productie van warmte uit hernieuwbare energiebronnen (exclusief restafval) bedroeg 16,79 PJ in 2002, waaronder 16,68 PJ uit de verbranding van hout. De statistieken i.v.m. de productie van warmte zijn echter onzeker en waarschijnlijk onvolledig.

Figuur 6: Productie van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen (Vlaanderen, 1994-2002)



(1) co-verbranding van hout, slib en/of olijfpitten + vergisting organisch afval

(2) jaarlijks mee verrekend maar nagenoeg verwaarloosbaar

(3) waterzuiveringsslib, mest, groente-, fruit- en tuinafval of GFT en stortgas

Bron: ODE.

Iedere elektriciteitsleverancier is sinds 1 januari 2002 verplicht om een minimaal aandeel van zijn verkoop aan eindafnemers te betrekken uit hernieuwbare energiebronnen in Vlaanderen. Dit minimaal aandeel bedroeg 0,8 % in 2002, bedraagt 1,2 % in 2003, en zal verder moeten toenemen tot 2 % in 2004 en 6 % in 2010. Voor 2002 werd het vereiste aantal groenestroomcertificaten berekend op basis van leveringen via het distributienet. Vanaf 2003 wordt dit berekend op basis van leveringen zowel via het distributie- als het transmissienet. Een leverancier kan aan deze verplichting voldoen door zelf elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen te produceren of door groenestroomcertificaten aan te kopen op de markt. De VREG publiceert op haar website (www.vreg.be) een overzicht van het aantal uitgereikte groenestroomcertificaten (1 certificaat = 1 MWh) in Vlaanderen. In 2002 bedraagt het totale aantal toegekende groenestroomcertificaten voor elektriciteitsproductie 150 042. Dit cijfer valt lager uit dan de productie voor 2002 in figuur 6, aangezien niet alle producenten van groene stroom tijdig de erkenning van hun installaties aanvroegen. Volgens VREG bedroegen de leveringen via het distributienet 39 149 064 MWh in 2002. Het aandeel van groenestroomcertificaten komt hierdoor op 0,38 %, waardoor

de doelstelling van 0,8 % niet werd gehaald. De leveranciers die niet aan hun quotumverplichting voldeden, moesten een boete (75 euro per ontbrekend certificaat) betalen. Deze boetes spijzen het Fonds Hernieuwbare Energiebronnen, dat het beleid inzake hernieuwbare energiebronnen in Vlaanderen financieel moet ondersteunen. Voor de elektriciteitsproductie van 1 januari 2003 tot en met 31 augustus 2003 zijn er in Vlaanderen 196 357 groenestroomcertificaten uitgereikt (voorlopig cijfer, november 2003).

De energie die planten in hun biomassa opslaan, kan men via verschillende conversietechnieken weer omzetten in bruikbare warmte en afgeleide brandstoffen (Debusscher, 2003). De warmte die vrijkomt bij de *rechtstreekse verbranding van biomassa* kan men als dusdanig gebruiken, of om stoom te produceren die een stoomturbine aandrijft voor elektriciteitsopwekking. Het rendement is hoger als men de brandbare biomassa meestookt in klassieke kolencentrales (co-verbranding). Men kan biomassa ook gebruiken voor de *productie van brandbare gassen*. Biogas ontstaat bij de vergisting van nat organisch materiaal. Het vergistingsproces kan spontaan optreden (bv. op stortplaatsen) of onder gecontroleerde omstandigheden (bv. in vergistingsreactoren). Synthesegas ontstaat bij de thermochemische vergassing van biomassa (meestal hout). Het is mogelijk gas met dezelfde kwaliteit als (Gronings) aardgas te produceren, wat aanleiding geeft tot de benaming 'groen aardgas'. Men kan biogas en synthesegas in een verbrandingsmotor of een gasturbine inzetten voor de productie van elektriciteit. Men kan tot slot *biomassa omzetten tot vloeibare (transport)-brandstoffen*. De fermentatie van bv. suikerriet, suikerbiet, aardappelen of graangewassen leidt tot bio-ethanol. Het veresteren van plantaardige oliën (koolzaadolie, zonnebloemolie) of dierlijke vetten leidt tot biodiesel. Op 8 mei 2003 werd een Europese richtlijn goedgekeurd die nationale indicatieve streefcijfers vastlegt voor het aandeel van biobrandstoffen en andere hernieuwbare brandstoffen in het vervoer. De referentiewaarden bedragen respectievelijk 2 % en 5,57 %, berekend op basis van de totale hoeveelheid benzine en dieselolie die op 31 december 2005 en 2010 voor vervoersdoeleinden op de markten van de EU-landen wordt aangeboden. De biobrandstoffen mogen ongemengd of gemengd onder fossiele brandstoffen op de markt worden aangeboden.

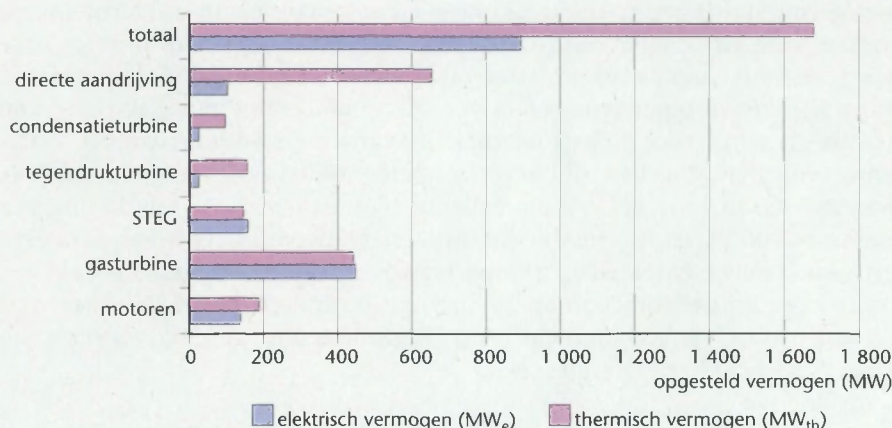
— Productie van elektriciteit en warmte door middel van WKK

Op plaatsen met voldoende continue lokale warmtevraag kan men kiezen voor warmtekrachtkoppeling (WKK): de gezamenlijke productie van warmte en kracht (electriciteit). Door gebruik te maken van deze decentrale productietechniek kan men een aanzienlijke brandstofbesparing (en bijhorende emissiereductie) realiseren t.o.v. de conventionele gescheiden opwekking en beperkt men de net(werk)verliezen. Wanneer een WKK-installatie minstens 5 % minder brandstof gebruikt dan de beste beschikbare technologie voor gescheiden opwekking bij productie van dezelfde hoeveelheden elektriciteit en warmte, beschouwt men de installatie als een 'kwalitatieve WKK'.

Na een sterke groei in de tweede helft van de jaren '90 viel de bouw van nieuwe WKK-installaties nagenoeg stil. De laatste jaren werden er geen grote installa-

ties (op basis van gasturbines) meer geïnstalleerd. Mogelijke verklaringen daarvoor zijn de liberalisering van de elektriciteitsmarkt met een ongunstige verhouding tussen brandstof- en elektriciteitsprijzen, en het uitblijven van de invoering van WKK-certificaten. De groei komt enkel nog van kleine WKK-installaties op basis van motoren. Dit gebeurt waarschijnlijk onder invloed van de regeling voor groenestroomcertificaten, waarbij men als brandstof voor de motoren vooral biogas afkomstig van de vergisting van organisch materiaal gebruikt (Liekens, 2003). De Vlaamse overheid wil het geïnstalleerd elektrisch vermogen aan kwalitatieve WKK, dat nu ongeveer 900 MW bedraagt (figuur 7) en bestaat uit gasturbines, motoren en al dan niet netgekoppelde stoomturbines, verhogen tot 1 198 MW in 2005 en 1 832 MW in 2012. Om deze doelstelling te realiseren, zal men een systeem van warmtekrachtcertificaten invoeren, waarbij de elektriciteitsleveranciers verplicht zullen zijn om jaarlijks voor een minimum aandeel van elektriciteit uit WKK te zorgen, en dus een bepaald aantal certificaten in te leveren. Op 22 juli 2002 stuurde de Europese Commissie een voorstel voor een 'Europese richtlijn inzake de bevordering van WKK op basis van de vraag naar nuttige warmte binnen de interne energiemarkt' naar de Raad van Ministers en het Europees Parlement. Door heel wat amendementen in het parlement, wordt de definitieve goedkeuring pas begin 2004 verwacht.

Figuur 7: Verdeling van het totaal geïnstalleerd vermogen van WKK's (Vlaanderen, 2002)



Bron: Cogen Vlaanderen.

De effectieve stroomproductie in Vlaanderen d.m.v. WKK's kwam in 2002 uit op een totaal van 5 410 GWh: motoren (526 GWh) + gasturbines (2 572 GWh) + STEG's (884 GWh) + netgekoppelde stoomturbines (565 GWh) + niet-netgekoppelde stoomturbines (863 GWh). Dit stemt overeen met een capaciteitsbezetting van ongeveer 69 % in 2002. De stoomturbines met directe aandrijving hebben de langste gemiddelde bedrijfstijd (ca. 8 200 u/j), gevolgd door de gasturbines (ca. 6 200 u/j). De gemiddelde bedrijfstijd van motoren bedraagt net geen

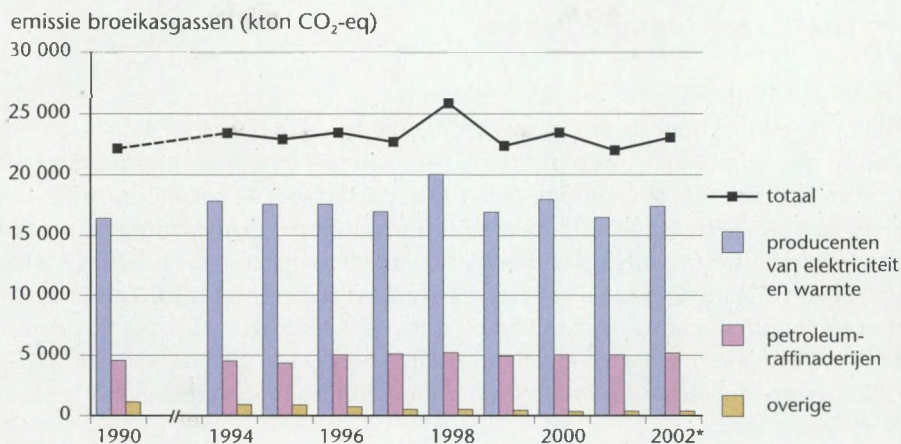
3 000 u/j. De WKK's (uitgezonderd de niet-netgekoppelde stoomturbines) leverden in 2002 ongeveer 9,5 % van de stroomproductie in Vlaanderen. Vergelijking met voorgaande jaren is niet mogelijk door een gebrek aan data.

3 Milieudruk

— Emissie van broeikasgassen

De emissie van broeikasgassen – CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , HFK's en PFK's, samenge-teld als CO_2 -eq – door de energiesector bedraagt 22 939 kton CO_2 -eq in 2002, een stijging met 3,8 % t.o.v. 1990 (figuur 8). De petroleumraffinaderijen stootten 13,6 % meer uit in 2002 dan in 1990. Deze toename is nog vrij beperkt te noemen aangezien hun energetische productie in diezelfde periode met 55,5 % is toe-genomen. Bovendien vereisen de nieuwe normen voor transportbrandstoffen bijkomende ontzwavelingsinstallaties die het energiegebruik doen toenemen zonder de productie te verhogen. De emissies van de elektriciteitssector zijn met 6,0 % gestegen t.o.v. 1990. In 2002 nam de CO_2 -emissie afkomstig van elektrici-teitsproductie sterk toe t.o.v. 2001 door de toegenomen klassieke productie en het verhoogde debiet (+5 %) aan hoogovengas. Dit laatste is een restproduct van de staalproducenten (~ sector industrie) dat voor een kwart uit CO_2 bestaat en daardoor een erg hoge CO_2 -emissiefactor heeft: $\pm 250 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}$ in vergelijking met $56 \text{ kg CO}_2/\text{GJ}$ voor aardgas. De emissies van de andere bedrijven behorend tot de energiesector lagen 69 % lager in 2002 dan in 1990. Dit was vooral een gevolg van sluitingen (steenkoolmijnen en cokesfabrieken) en vernieuwing van distributieleidingen (aardgasdistributie). Het aandeel van deze overige bedrijven in de broeikasgasemissies van de hele sector was daardoor gedaald tot 1,5 % in 2002, tegenover 75,8 % voor de producenten van elektriciteit en warmte en 22,7 % voor de petroleumraffinaderijen. De emissie van CO_2 vertegenwoordigt 97,3 % van de bovenvermelde broeikasgasemissies door de energiesector in 2002. Dit is bijna volledig afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen. De emissie van CH_4 vertegenwoordigt 1,2 % van de boven-vermelde broeikasgasemissies in 2002, en was bijna uitsluitend het gevolg van lekverliezen bij het transport en de distributie van aardgas. Het aandeel van N_2O bedroeg 1,4 % in 2002, dat van SF_6 0,1 %. De emissies van HFK's en PFK's zijn verwaarloosbaar in de energiesector.

Figuur 8: Emissie van broeikasgassen door de energiesector (Vlaanderen, 1990, 1994-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Vito en VMM.

Voor de elektriciteitsproductie bieden naast REG, het toepassen van hernieuwbare energiebronnen en brandstofsubstitutie vooral rendementsverbeteringen bij de omzetting van brandstoffen naar elektriciteit (inclusief het gebruik van WKK) mogelijkheden om de broeikasgasemissies terug te dringen. Zo zou het *totaal* rendement van STEG's (stoom- en gasturbines of gasturbines met gecombineerde cyclus) nog kunnen stijgen van 55 % nu tot 65 % tegen 2020. Ook bij steenkoolcentrales zijn nog rendementsverbeteringen mogelijk. Men beschouwt naargelang van de temperatuur- en drukcondities van de stoom bij de ingang van de turbine verschillende types van poederkoolcentrales: subkritische en superkritische. Het nettorendement van de poederkoolcentrales (38 % voor de huidige subkritische centrales) zou bij het in gebruik nemen van superkritische poederkoolcentrales na 2010 kunnen oplopen tot 45 %. IGCC-centrales (gecombineerde cyclus met geïntegreerde vergassing) zijn te vergelijken met STEG's, maar ze verbranden i.p.v. aardgas een gesynthetiseerd gas uit de vergassing van steenkool of andere vaste brandstoffen. Het rendement van IGCC-centrales zou tegen 2020 49 % kunnen bedragen. Het voordeel van IGCC-centrales is hun kleinere impact op het milieu, maar ze zijn complexer en vergen hoge investerings- en onderhoudskosten (CREG, 2002).

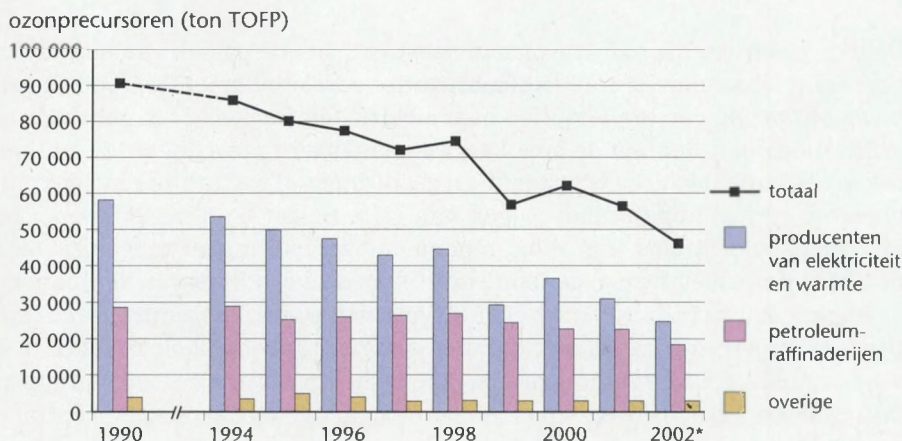
Het energiegebruik van petroleumraffinaderijen kan men verminderen door verschillende raffinageprocessen te integreren om tussentijds afkoelen van componenten te vermijden. Een andere mogelijkheid is de benutting van de warmte-inhoud van afvalgasen. Sommige maatregelen opgelegd door de overheid (bv. verdere ontzwaveling van de petroleumproducten) vereisen de inge-

bruikneming van nieuwe procesinstallaties, die het brandstofgebruik en bijgevolg ook de CO₂-emissie van de petroleumraffinaderijen echter doen toenemen.

— Emissie van ozonprecursoren

De gezamenlijke emissies van de *precursoren van troposferische ozon* (NMVOS, NO_x, CH₄ en CO) door de energiesector bedroegen 45 941 ton TOFP in 2002, een daling met 49,2 % t.o.v. 1990 (figuur 9). Het aandeel van de elektriciteitsproducenten in deze emissies bedroeg 53,8 % in 2002, dat van de petroleumraffinaderijen 39,8 %. De bijdrage van de energiesector aan de ozonvorming op warme zomerdagen is bijna uitsluitend te wijten aan de emissies van NO_x (64,8 %) en van NMVOS (34,0 %) (2.14 Fotochemische luchtverontreiniging). CO en CH₄ hadden een aandeel in de emissies van slechts 0,9 % respectievelijk 0,4 %. De elektriciteitsbedrijven waren verantwoordelijk voor vier vijfden van alle NO_x-emissies in de sector, de petroleumraffinaderijen voor bijna 82 % van de NMVOS-emissies.

Figuur 9: Emissie van precursoren van ozon (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

De stookemissies van NO_x, CO en NMVOS kan men beperken door bv. aanpassingen van de verbrandingscondities (temperatuur, verblijftijd). De procesemissies van CO en NMVOS zijn vooral afkomstig van de petroleumraffinaderijen: CO hoofdzakelijk van de katalytische kraker en NMVOS van verliezen van petroleumproducten bij opslag, overslag en (intern) transport. Mogelijke maatregelen voor het reduceren van de NMVOS-emissies zijn het invoeren van een 'Lek Detectie en Herstel Systeem', zoveel mogelijk vermijden dat koolwaterstoffen in het (koel-, afval- en proces)water terechtkomen, het gebruiken van

opslagtanks met een vlottend dak en voorzien van dubbele dichtingen, en het inzetten van een dampherwinningseenheid bij het laden en lossen.

De Vlaamse administratie bereikte akkoorden met de elektriciteitsproducenten en de petroleumraffinaderijen over sectorale emissieplafonds in 2010 voor NO_x en SO_2 . Na politieke goedkeuring is voorzien dat deze plafonds opgenomen worden in een milieubeleidsovereenkomst voor de elektriciteitsbedrijven. Voor de raffinaderijen wordt een aanpassing van VLAREM II voorzien.



Meer informatie in het achtergronddocument Energie op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

- CREG (2002) Voorstel van indicatief programma van de productiemiddelen voor elektriciteit 2002-2011, (C)021219-CREG-96, bijlage, 19 December 2002.
- Debusscher D. (2003) Biomassa wordt energie Energieteelt voor duurzame landbouw, in: Het Ingenieursblad, 5/2003, p. 12-16.
- Gusbin D., Kegels C., Vandenbove P., Van der Linden J. en Van Overbeke M. (2003) Network industries in Belgium. Economic significance and reform, Working paper 1-03, Federal Planning Bureau, Brussels, January 2003.
- Liekens J. (2003) Evolutie van de Vlaamse WKK-markt in 2002, in: Nieuwsbrief Cogen Vlaanderen, Jaargang 5, Nummer 1, p. 18-20.
- OECD/IEA (2001) Belgium 2001 Review, Energy Policies of IEA Countries, Paris.

Lectoren

- Bert De Wel, Secretariaat MiNa-Raad
- Mike Desmet, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Luk Deurinck, BPF
- Nadine Dufait, ANRE, Departement EWBL
- Chris Dutry, Weekblad De Bond
- Dirk Gullentops, Figas
- Hugo Hens, Afdeling Bouwfysica, K.U.Leuven
- Hans Keune, Steunpunt Milieu & Gezondheid
- Jan Kretzschmar, Vito
- Steven Lauwereins, Tomas Wyns, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Inge Leemans, Paul Van Huffel, Afdeling Water, AMINAL
- Geert Palmers, 3E nv
- Inneke Peersman, Nuon Belgium
- Ann Sanders, CLE
- Koen Smeets, OVAM
- Christel Smets, ELIA
- Thierry Van Craenenbroeck, VREG
- Marie-Rose Van den Hende, VMM
- Luc Van Nuffel, BFE
- Steven Vanholme, Natuurpunt vzw
- Axel Verachtert, APS, Departement AZF
- Hugo Westyn, Electrabel
- Jim Williame, Ecopower cvba

1.4 Landbouw & visserij

Ludwig Lauwers, Ann Sanders, Sonia Lenders, Hilde Wustenberghs, CLE

Koen Carels, Dirk Van Gijsegem, VOLT, ALT

Fanny Douvere, Frank Maes, Maritiem Instituut, UGent

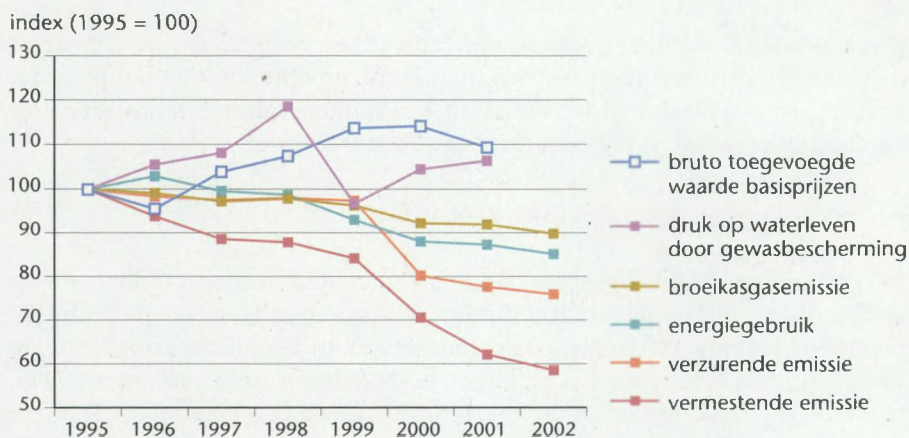
Stijn Overloop, MIRA, VMM

Voor het eerst omvat het landbouwhoofdstuk in MIRA-T, naast de gebruikelijke subsectoren akkerbouw, veeteelt en tuinbouw, ook de zeevisserij. Samen maken ze deel uit van de primaire sector.

1 Eco-efficiëntie

De belangrijkste vormen van milieudruk uit landbouw & visserij worden vergeleken met de bruto toegevoegde waarde (BrTW) in figuur 1. De BrTW werd berekend tegen constante prijzen en - in tegenstelling tot de vorige jaren - tegen basisprijzen, d.i. inclusief de productgebonden subsidies. De BrTW steeg van 2 049 miljoen euro in 1995 naar 2 241 miljoen euro in 2001 door de stijgende productie en productiviteit. Ondertussen nam de milieudruk van de meeste indicatoren af. Er is dus een absolute ontkoppeling tussen de activiteit en alle drukindicatoren, met uitzondering van de druk op het waterleven door gewasbeschermingsmiddelen.

Figuur 1: Eco-efficiëntie van landbouw & visserij (Vlaanderen, 1995-2002)



Bron: CLE, VMM, NBB, Vito, UGent, VLM.

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (kg actieve stof) is sinds 1995 met 26 % gedaald, sinds 1990 met 31 %. De druk op het waterleven (Σ Seq) uitgeoefend door gewasbeschermingsmiddelen is in de eerste helft van de jaren '90 sterk gedaald, maar schommelt sinds 1994 rond dezelfde waarde. Dit is volledig te wijten aan het gebruik van enkele herbiciden (diuron, paraquat ...) en insecticiden (lindaan, parathion ...) met hoge toxiciteitswaarden. Lindaan en parathion mochten in 2002 voor het laatst gebruikt worden. De problematiek van de bestrijdingsmiddelen wordt uitgebreid besproken in hoofdstuk 2.4 Verspreiding van bestrijdingsmiddelen.

Binnen de primaire sector is de glastuinbouw de grootste energiegebruiker met 60 % van de 29,9 PJ in 2002. In deze subsector werd ook het grootste gedeelte van de daling van het energiegebruik gerealiseerd en neemt het aandeel van minder vervuilende energiebronnen toe. Het gebruik van aardgas steeg van 7 % naar 15 %, ten koste van steenkool en zware stookolie. Terwijl het bruto binnenlands energiegebruik in Vlaanderen tussen 1995 en 2002 nog met 7 % steeg, daalde het in de landbouw & visserij met 15 % (1.3 Energie).

De verzurende emissies bestaan in 2002 voor 82 % uit ammoniak (NH_3), afkomstig van stallen, mestopslag en uitrijden van mest; voor 13 % uit stikstofoxiden (NO_x), o.a. als bijproduct van nitrificatie en denitrificatie na mestgebruik en voor 5 % uit zwaveldioxide (SO_2). De zeevisserij draagt minder dan 2 % bij aan de verzurende emissies uit de primaire sector. In totaal zijn deze emissies met 24 % gedaald t.o.v. 1995 en met 37 % t.o.v. 1990 (2.13 Verzuring).

De emissies van broeikasgassen (-10 % sinds 1995 en -8 % sinds 1990) en van vermestende stoffen (-41 % sinds 1995 en -48 % sinds 1990) worden respectievelijk hieronder en in het hoofdstuk 2.12 Vermesting verder toegelicht. De erosieproblemen in de landbouw worden behandeld in hoofdstuk 2.20b Bodemerrosie.

2 Maatschappelijke activiteiten

Onder deze titel wordt een selectie van indicatoren besproken over activiteiten in de landbouw (veestapel), respons in de landbouw (milieuvriendelijkere activiteiten) en activiteiten in de zeevisserij. Een ruimere selectie indicatoren komt aan bod in het achtergronddocument Landbouw & visserij.

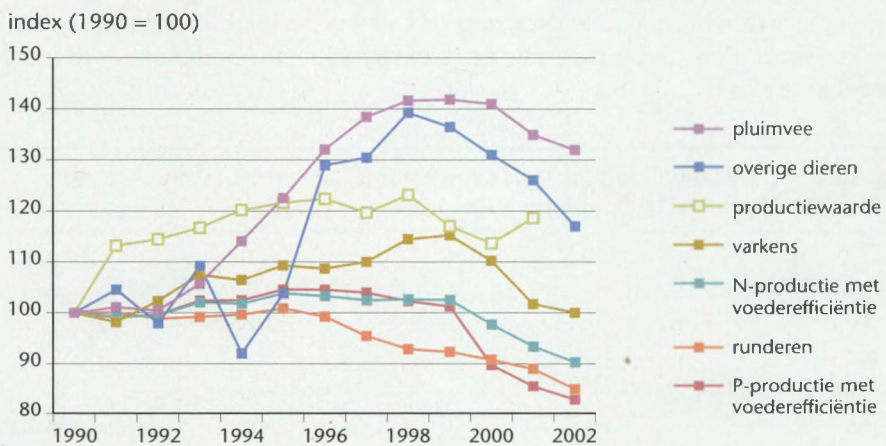
— Veestapel en dierlijke mestproductie

De afbouw van de rundveestapel zet zich verder door in 2002, dit door een verslechterde economische situatie (figuur 2). Sinds 1990 is het aantal runderen met iets meer dan 15 % gedaald. De varkensstapel en de pluimveestapel daalden sinds 1999 met respectievelijk 15 % en 10 %. De daling van de varkensstapel kan mede verklaard worden door de stopzettingsregeling, een maatregel die in 2001 ingesteld werd door de Vlaamse overheid. Eind 2002 hadden voor de twee indieningsjaren (2001 en 2002) reeds 720 bedrijven meegedeeld dat ze definitief gestopt waren met het houden van varkens. Het grootste gedeelte van de terug-

val in de varkenshouderij is echter vóór 2001 begonnen, als gevolg van een daling van de varkensprijzen (sinds 1998), de dioxinecrisis (1999) en de toenemende internalisering van het mestprobleem.

In 2002 bedroeg de totale forfaitaire dierlijke uitscheiding 38,2 miljoen kg fosfor (P) en 190,0 miljoen kg stikstof (N) (inclusief NH_3). Rundvee is de belangrijkste leverancier van N (51 %) en draagt ook aanzienlijk bij in de P-productie (42 %). De varkenshouderij echter is de hoofdaandeelhouder wat P betreft (44 %) en komt op de tweede plaats voor N (37,5 %) (op basis van CLE-berekeningen).

Figuur 2: Veestapel, N- en P-productie (in dierlijke mest) en de eindproductiewaarde van de veeteelt (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: CLE (productiewaarde), CLE-berekeningen op basis van NIS en VLM.

De sterke daling van de dierlijke nutriëntenproductie, die reeds werd ingezet in 1999, zet zich verder in 2001 en 2002. Door de verbeterde voederefficiëntie wordt deze daling nog versterkt. De dierlijke nutriëntenproductie, rekening houdend met voederefficiënte maatregelen, ligt in 2002 aldus bijna 10 % onder het niveau van 1990 voor N en iets meer dan 17 % voor P (figuur 2).

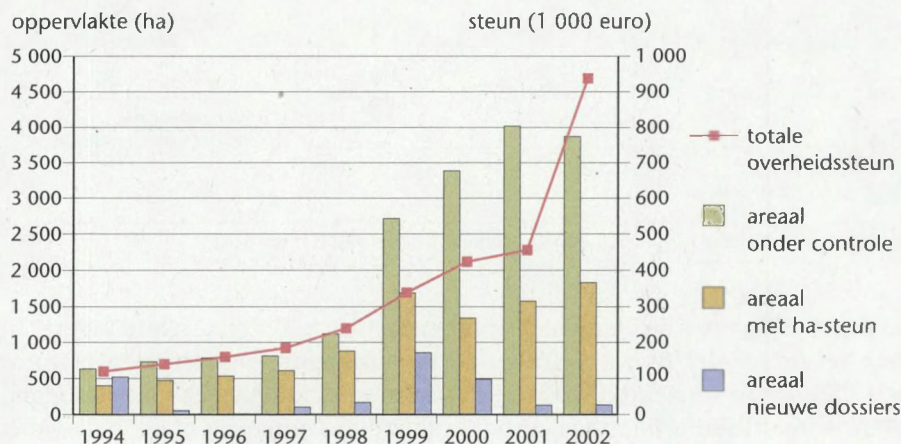
— Biologische en geïntegreerde landbouw

In de *biologische landbouw* staat de samenhang tussen plant, dier, mens en omgeving centraal. Het behoud van de bodemvruchtbaarheid is prioritair. Typisch zijn een ruimere vruchtwisseling, gebruik van groenbemesters en organische bemesting. Chemische bestrijdingsmiddelen, kunstmest, veevoeder met groeistimulatoren of antibiotica en GGO's zijn verboden. In de veeteelt ligt de nadruk op dierenwelzijn, preventieve gezondheidszorg en biologisch geteeld veevoeder (Carels *et al.*, 2001).

Sinds 1994 bestaat een subsidie waarbij biologische landbouwers gedurende 5 jaar kunnen genieten van hectaresteen. Het totaal areaal biologische landbouw (onder controle bij de controleorganismen BLIK en ECOCERT) is sedertdien verzesvoudigd tot 3 879 ha (figuur 3). Dit komt overeen met 0,6 % van het Vlaamse landbouwareaal. Ter vergelijking: in Wallonië is 2,8 % van het areaal biologisch, het gemiddelde in de EU bedraagt 3,3 % (BioForum, 2003). De Vlaamse overheid stelt 10 % biologisch areaal als doel voor 2010.

Het Vlaamse bio-areaal kende in 2002 een lichte terugval. Bovendien werden in 2001 en 2002 beduidend minder nieuwe dossiers ingediend dan in de voorgaande jaren. Het biologische areaal breidt zich dus voorlopig niet verder uit. Het aantal biologisch gekweekte dieren steeg tussen 2001 en 2002 wel nog met 28 %. Het ging daarbij echter vooral om kleinvee. Uitgedrukt in grootvee-eenheden, ging ook de biologische veeteelt met 4,6 % achteruit. De stagnatie is onder meer te wijten aan de structuur van de bio-sector, die enerzijds gekenmerkt wordt door versnippering en kleinschaligheid, anderzijds door een gebrekkige afzet.

Figuur 3: Areaal biologische landbouw en totale overheidssteun voor de biologische landbouw (Vlaanderen, 1994-2002)



Bron: VOLT op basis van ALP en BioForum.

Vanaf 2002 werden enkele nieuwe steunmaatregelen van kracht in het kader van het Vlaamse Programma voor Plattelandsontwikkeling. Daardoor is de overheidssteun verdubbeld. De subsidies bestaan nog voor bijna de helft uit hectaresteen, de andere helft gaat naar afzetbevordering en verbetering van de verwerking van biologische producten en 4 % is voor bedrijfsbegeleiding, omschakeling en steun aan de reconversie naar biologische zeugenhouderij.

In het kader van het Actieplan Biologische Landbouw II is op 3 oktober 2003 een nieuwe, uitgebreide subsidieregeling goedgekeurd. Een belangrijk nieuw accent hierin is de steun aan verkoopscoöperatieven. In de nieuwe hectaresteenregeling ligt de nadruk nog steeds op de eerste jaren na de omschakeling, maar de hectaresteen wordt permanent in plaats van na 5 jaar te stoppen. Hierdoor zal het aandeel met steun in het totale areaal uiteraard toenemen. Met de nieuwe regeling wordt een verdere uitbreiding van het bio-areaal beoogd, in de hoop dat de groeiende vraag naar bio-producten door Vlaamse boeren kan ingevuld worden en een positief milieueffect gegenereerd wordt.

De *geïntegreerde productiewijze* houdt het midden tussen de biologische en de conventionele productiewijze en heeft eveneens tot doel om de milieuschade te verminderen. Voor de gewasbescherming worden zoveel mogelijk natuurlijke alternatieven gebruikt, zoals nuttige insecten of mijten. Enkel indien deze biologische middelen niet voldoen, worden selectieve chemische bestrijdingsmiddelen ingezet.

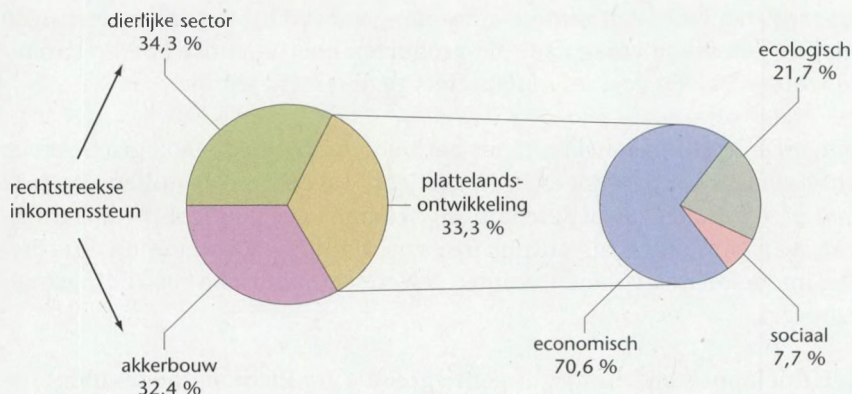
Voor pitfruit (appels en peren) is de geïntegreerde productiemethode sinds 1996 erkend en sinds 1999 gesubsidieerd. De methode kent een groot succes: het areaal is uitgebreid van 2 339 ha in 1996 tot 10 572 ha in 2002 of 77 % van het totale Vlaamse pitfruitareaal.

— EU-subsidies in relatie tot milieu en plattelandontwikkeling

Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) van de EU steunt op twee pijlers: (1) markt- en prijsbeleid en (2) plattelandbeleid. Het leeuwendeel van de uitgaven, ongeveer 96 %, wordt aan de eerste pijler besteed, d.i. rechtstreekse inkomenssteun aan akkerbouwers en veetelers, quotaregelingen voor melk en suiker, prijssteun en een belangrijk deel exportsubsidies. De eerste pijler wordt volledig gefinancierd door het Europees Oriëntatie en Garantie Fonds (EOGFL). Voor de tweede pijler dient Vlaanderen 50 tot 75 % op te leggen. Het pakket maatregelen dat de Vlaamse overheid hierin voorziet, is vastgelegd in het *Programmeringsdocument voor plattelandontwikkeling* (PDPO, 2000-2006) (ALT, 2000, 2003). Alleen de akkerbouw en dierpremies van de eerste pijler en het overgrote deel van de subsidies van de tweede pijler worden rechtstreeks aan de begunstigde landbouwers uitbetaald.

Van de subsidies, die in 2002 rechtstreeks uitbetaald worden aan de landbouwers, gaat 80 miljoen euro naar de akkerbouwpremies, 85 miljoen naar rund- en schapenpremies. In het kader van het PDPO wordt 82 miljoen euro subsidies uitgekeerd (figuur 4).

Figuur 4: Subsidies in het kader van het GLB, eerste pijler, rechtstreeks uitbetaald aan Vlaamse landbouwers en in het kader van PDPO (Vlaanderen, 2002)



Bron: CLE-berekeningen op basis van ALP, ALT en VOLT.

Onder het PDPO vallen een hele reeks maatregelen, die opgedeeld kunnen worden naargelang ze een eerder economisch, ecologisch of sociaal karakter hebben:

- economisch: 64 % van de PDPO-betalingen gaat naar investerings- en vestigingssteun. Tegenwoordig kent het Vlaams Landbouw Investeringsfonds (VLIF) 4 investeringsklassen, die 40, 30, 20 of 10 % steun kunnen krijgen. De hoogste steun gaat naar verbrede landbouw en naar investeringen in milieu of dierenwelzijn. Ook steun aan boekhoudingen, diversificatie, afzet van bio-producten, verbetering van verwerking en afzet en dienstverlenende instanties wordt hier ingedeeld;
- sociaal: opleidingen, demonstratieprojecten en dorpsvernieuwing;
- ecologisch: bebossing van landbouwgrond, biologische landbouw, geïntegreerde teelt van pitfruit en specifieke milieu- en natuurmaatregelen.

De milieumaatregelen in het PDPO zijn overeenkomsten die landbouwers vrijwillig afsluiten met de Vlaamse overheid. Het betreft overeenkomsten die verder gaan dan de normale goede landbouwpraktijken en waarbij van de landbouwer dus een specifieke inspanning gevraagd wordt. Deze kunnen gaan over natuurbeheer op een landbouwbedrijf, het realiseren van milieudoelstellingen, milieuvriendelijke productiemethodes of behoud van genetische diversiteit. Tabel 1 bevat naast het PDPO ook agro-milieumaatregelen in uitvoering van de EU-verordening 2078/92. De belangstelling voor agro-milieu is de laatste jaren sterk gestegen. Het areaal onder één of meerdere verbintenissen wordt in 2002

op ruim 62 000 ha geraamd. Dit betekent dat ongeveer 10 % van het Vlaamse landbouwareaal op een meer milieuvriendelijke manier bewerkt wordt dan omschreven in de code van goede landbouwpraktijken.

Tabel 1: Omvang (ha) van agro-milieumaatregelen (Vlaanderen, 1999-2002)

	1999	2000	2001	2002
groenbedekking	5 565	5 655	27 132	34 330
mechanische onkruidbestrijding	.	151	1 298	2 033
milieuvriendelijke sierteelt	.	436	436	481
genetische diversiteit (<i>eenheid is GVE</i>)	801	785	1 082	3 171
weidevogelbeheer	.	165	251	443
perceelsrandenbeheer (<i>reële opp.</i>)	.	35	89	210
kleine landschapselementen (<i>opp. betrokken percelen</i>)	.	426	1 183	4 437
botanisch beheer	.	1 372	1 597	1 726
bemestingsnorm 'kwetsbaar gebied water'	.	17 526	29 665	32 019
steun bio-varkens	.	0	0	6
hectaresteen bio	1 696	1 350	1 584	1 839
hectaresteen geïntegreerd pitfruit	2 947	5 157	8 478	9 408

Op één perceel kan meer dan 1 beheersovereenkomst lopen.

Bron: VOLT.

Behalve de subsidies in het kader van het GLB, bestaan er ook een aantal specifieke Vlaamse milieusubsidies voor de landbouw. Eén voorbeeld is de stopzettingsregeling voor vee (vooral varkens), die de emissie van nutriënten wil verminderen en waarvoor in 2002 bijna 18 miljoen euro uitbetaald is.

— Omvang van de Belgische zeevisserijvloot

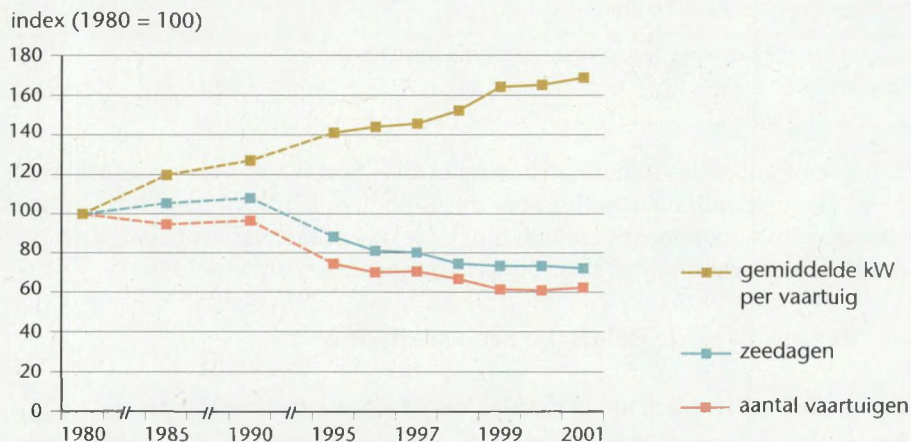
Het aantal vaartuigen, het gemiddelde vermogen (in kilowatt) per vaartuig en het aantal gepresteerde zeedagen geeft een indicatie van de nominale visserij-inspanning (figuur 5). De visserijcapaciteit daarentegen is de hoeveelheid vis die een vaartuig of vloot kan vangen. Binnen het Europese visserijbeleid wordt de visserijcapaciteit gezien als een indicator voor de milieudruk ten aanzien van de visbestanden.

De Belgische beroepsvisserij kan worden ingedeeld in Scheldevisserij en zeevisserij. De zeevisserij wordt overwegend buiten de Belgische Noordzeewateren beoefend. Slechts een klein gedeelte, voornamelijk de kustvisserij, is hoofdzakelijk actief in de Belgische Noordzeewateren. Daarnaast hebben bepaalde EU-lidstaten het recht om in de Belgische Noordzeewateren te vissen. Sinds 1983 wordt de beroepsvisserij op zee vrijwel geheel geregeld via het Gemeenschappelijk Visserijbeleid (GVB) van de Europese Unie (EU). In België is de zeevisserij sinds 1 januari 2002 een Vlaamse bevoegdheid.

Op 1 januari 2001 telde de Belgische zeevissersvloot (excl. Scheldevisserij) 126 vaartuigen, waarvan 95 % was uitgerust voor het beoefenen van de boomkorvisserij. In vergelijking met 1980 is het aantal vaartuigen gedaald met 37,5 %. Het gemiddelde vermogen per vaartuig is gedurende dezelfde periode gestegen met ca. 70 %. Deze evolutie wordt weerspiegeld in de samenstelling van de vloot, waarbij het segment met grotere vaartuigen (> 180 bruto tonnage) is verdubbeld in vergelijking met 15 jaar geleden. Deze verhoging van het gemiddelde vermogen per vaartuig is een effect van het Europese visserijbeleid, gezien in het kader van het GVB het België niet meer is toegestaan zijn totale vlootvermogen (in brutotonnage en kW) uit te breiden.

In 2001 presteerde de Belgische zeevissersvloot 27 262 zeedagen, wat ruim een kwart minder is in vergelijking met 1980 (figuur 5). Dit komt erop neer dat in 2001 de vloot voor 60 % van het jaar daadwerkelijk op zee actief was (hetzij vis-send, hetzij varend).

Figuur 5: De visserij-inspanning van de Belgische zeevissersvloot (België, 1980- 2001)



Index 1980 = 100 = 208 vissersvaartuigen
 = 302 kW per vaartuig
 = 37 899 zeedagen

Bron: Ministerie van Verkeer en Infrastructuur en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Zeevisserij.

3 Milieudruk

— Emissie van broeikasgassen

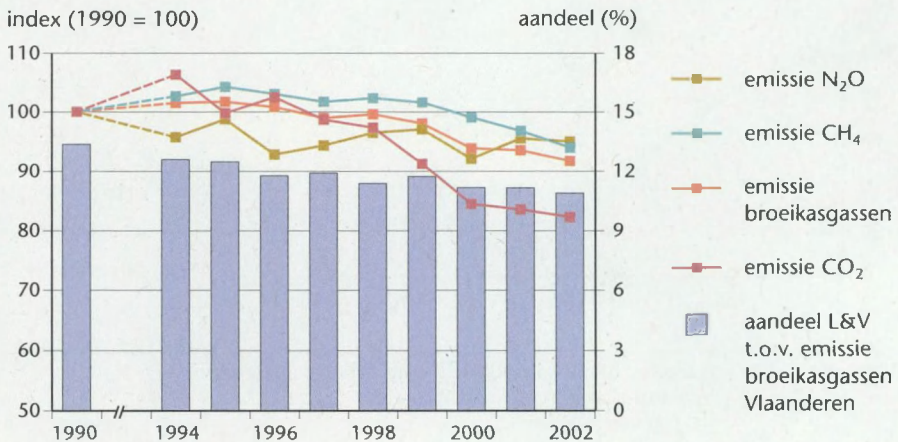
Over de periode 1990-2002 is de emissie van CO₂ (koolstofdioxide), CH₄ (methaan) en N₂O (lachgas) in de landbouw & visserij respectievelijk met 18 %, 6 % en 5 % gedaald (figuur 6). De totale uitstoot van broeikasgassen uit de landbouw

& visserij daalde met iets meer dan 8 % en bedraagt 10,2 Mton CO₂-equivalenten in 2002. Deze afname kan hoofdzakelijk verklaard worden door een daling in de veestapel, een omschakeling van steenkool en zware stookolie naar aardgas en energiebesparende maatregelen in de glastuinbouw. Voor de volgende jaren wordt een verdere reductie verwacht tengevolge van een verdere daling van de veestapel. Het aandeel van de zeevisserij in de broeikasgasemissie van landbouw & visserij bedraagt slechts 1,6 %.

De landbouw & visserij hebben een belangrijk aandeel in de uitstoot van niet-CO₂-broeikasgassen in Vlaanderen: 74 % voor CH₄ en 36 % voor N₂O (2.16 Klimaatverandering). Het aandeel van landbouw & visserij in de Vlaamse broeikasgasemissie bedraagt 11 %. Dit aandeel is dalend (figuur 6). Niet in begrepen in bovenstaande cijfers is de emissie van gemiddeld 1,2 Mton CO₂/jaar uit de landbouwbodem in de periode 1991-2002 (Sleutel *et al.*, 2003), door dalend gehalte organisch materiaal in de bodem.

In het kader van het Vlaams Klimaatplan 2002-2005 werd een Landbouw-klimaatactieplan opgemaakt met een aantal initiatieven om de emissie van CO₂ (bv. clustering glastuinbouwbedrijven, warmtekrachtkoppeling en stimulering van het aardgasgebruik) en de emissie van CH₄ en N₂O (bv. aangepaste voeder-technieken, afbouw van de veestapel) in de landbouw in te dijen. De mogelijkheden van energieteelten worden eveneens bekeken en men tracht de landbouwsector te sensibiliseren door middel van een Code van Goede Landbouwpraktijken.

Figuur 6: Emissie van CO₂, CH₄, N₂O en totaal broeikasgassen van landbouw & visserij en aandeel in de Vlaamse emissie van broeikasgassen (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: EIL - VMM.

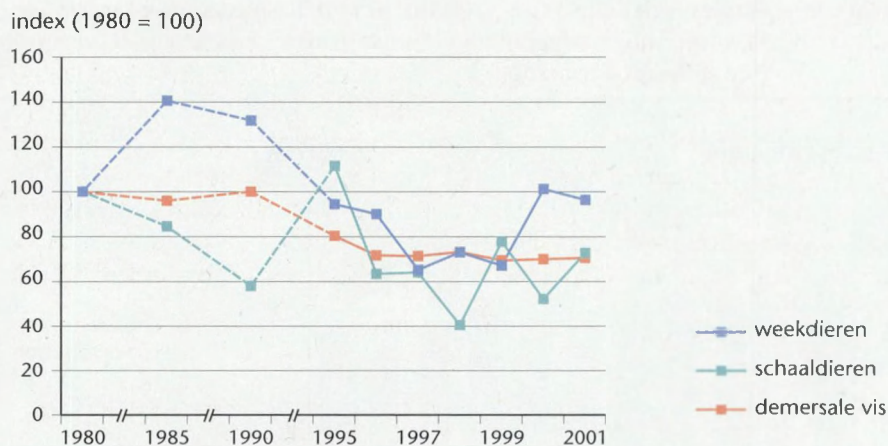
Uit de studie 'Energiegewassen in de Vlaamse Landbouwsector', uitgevoerd door het Steunpunt Duurzame Landbouw, blijkt dat de teelt van winterkool-

zaad en wilgen als energiegewassen in Vlaanderen geen grote bijdrage kan leveren aan de energievoorziening (Garcia Ciudad *et al.*, 2003). Wil men een derde van de wettelijk vereiste 6 % groene stroom (tegen 2010) uit energiegewassen halen, dan is er meer dan 100 000 ha nodig (ten opzichte van de 8 000 ha die nu voorhanden is als braakland op een totaal landbouwareaal van 635 886 ha), wat niet realistisch is.

— Vangsten en quota zeevisserij

In 2001 werd 26 976 ton vis door Belgische vissersvaartuigen aangeland, waarvan 91,7 % demersale vissoorten, 4,4 % schaaldieren, 3,4 % weekdieren en 0,5 % pelagische vissoorten. Algemeen wordt gesteld dat de officiële aanlandingen van vis een onderschatting zijn van de effectieve vangsten, onder meer door bijvangst (*by-catch*) en het teruggooien in zee van niet-buikbare specimen (*discards*). Ten opzichte van 1980 is de totale visaanvoer met 33 % gedaald (figuur 4). België heeft het op één na kleinste aandeel in de visvangsten van de EU-lidstaten (0,5 %). In 2001 was ca. 60 % van de Belgische visaanvoer afkomstig uit de centrale en zuidelijke Noordzee. Wetenschappelijke cijferreeksen betreffende het aandeel dat in Belgische Noordzeewateren wordt gevangen, zijn nog niet beschikbaar.

Figuur 7: Aanvoer van vis door Belgische vissersvaartuigen (België, 1980-2001)



Index 1980 = 100 = 35 053 ton demersale vis (incl. tong, schol, kabeljauw)
 = 1 638 ton schaaldieren (incl. garnaal)
 = 950 ton weekdieren

Bron: Ministerie van Verkeer en Infrastructuur en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Zeevisserij.

Demersale vissoorten omvatten in hoofdzaak schol, tong en kabeljauw. In 1981 vertegenwoordigden deze 3 vissoorten 46 % van de totale Belgische aanvoer, wat in 2001 is opgelopen tot 60 %.

In het Noordoosten van de Atlantische Oceaan, waartoe de Noordzee gerekend wordt, en in de Baltische zee bevindt 27 % van de visstocks zich buiten de veilige biologische grenzen. In de Noordzee is deze negatieve kwalificatie van toepassing voor heek, schol, tong, wijting en in het bijzonder kabeljauw (ICES, 2003). In vergelijking met 1980 is de paaistand van kabeljauw met ca. 80 % (ICES, 2003) en de aanlanding van kabeljauw met ca. 60 % gedaald (Europese Commissie, 2001). De instandhouding van de visbestanden vormt dan ook een prioriteit in het GVB en is gebaseerd op een systeem van Totaal Toegestane Vangsten (TTV), die via een vaste verdeelsleutel in de vorm van quota onder de lidstaten worden verdeeld. In vergelijking met 1990 zijn de aan België toegewezen quota met gemiddeld 20 % verminderd. Dankzij de mogelijkheid om een toegewezen quotum voor één soort voor een andere soort te ruilen met andere lidstaten, zijn de gevolgen van de vangstbeperkingen voor België nog enigszins beperkt gebleven. Ten opzichte van 1990 daalde het scholquotum weliswaar met ca. 70 %, maar het verlies voor het kabeljauwquotum kon tot een kwart worden teruggebracht en het quotum voor tong nam zelfs toe (+4 %).

Naast de vangst van gequoteerde vissoorten, vist een gedeelte van de Belgische vissersvloot (voornamelijk de kleine kustvisserij) op garnaal. Niettegenstaande de vangst van garnaal niet aan het quotabeleid is onderworpen en de aanvoer van jaar tot jaar sterk fluctueert, is er op langere termijn een duidelijke neergaande trend. Deze evolutie is midden jaren '70 begonnen en is mogelijk toe te schrijven aan een terugval van de garnaalstocks (Redant & Polet, 2002).

Om aan de problematiek van overbevissing het hoofd te bieden, is vanaf 2003 het GVB vrij grondig hervormd. Een eerste concrete toepassing hiervan vindt zijn weerslag in de voorstellen van de Europese Commissie tot herstelplannen voor de visbestanden heek en kabeljauw in de Noordzee, waarbij de vangstmogelijkheden zowel naar omvang en aantal zeedagen als naar quota drastisch worden beperkt. Voor minder bedreigde vissoorten kunnen voortaan meerjarige beheersplannen worden opgemaakt. Daarnaast zal, om de capaciteit van de vloot tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, de overheidssteun voor vernieuwing van de visserijvloot vanaf 2005 volledig worden afgeschaft (Maes *et al.*, 2002).



Meer informatie in het achtergronddocument Landbouw & visserij op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Actieplan Biologische Landbouw II (2003), www.vlaanderen.be/landbouw
- ALT (2000, 2003) Programmeringsdocument voor Plattelandsontwikkeling, www.vlaanderen.be/landbouw
- BioForum (2003), www.bioforum.be
- Carels K., Gerardin D., Samborski V., Lauwers L., Marsin J-M. (2001). Ontwikkeling van biologische landbouw en geïntegreerde fruitproductie in België (2000), Centrum voor Landbouweconomie, Brussel.
- EC (2001) Groenboek voor de toekomst van het Gemeenschappelijk Visserijbeleid, Europese Commissie, Brussel.
- Garcia Ciudad V., Matthijs E., Nevens F. en Reheul D. (2003) Energiegewassen in de Vlaamse landbouwsector, Steunpunt Duurzame Landbouw, Publicatie 1, 94 p., www.stedula.be
- ICES (2003) Environmental Status of the European Seas, International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen.
- Maes F., Douvere F., Schrijvers J. (2002) MARE-DASM, Gebruiksfunctie I Visserij, Beoordeling van Mariene degradatie in de Noordzee en voorstellen voor een duurzaam beheer.
- Redant F., Polet H. (2002) De garnaalvisserij: de kustgebruikersgroep met kopzorgen, Departement Zeevisserij, Oostende.
- Sleutel S., De Neve S., Hofman G., Boeckx P., Beheydt D., Van Cleemput O., Mestdagh I., Lootens P., Carlier L., Van Camp N., Verbeeck H., Vande Walle I., Samson R., Lust N., Lemeur R. (2003) Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils, *Global change biology* 9, 1193- 1203.

Lectoren

- Veerle Campens, Luc Maertens, ALB, Departement EWBL
- An Cliquet, Vakgroep Internationaal Publiekrecht, UGent
- Philippe Costrop, Syngenta Crop Protection
- Peter De Bruyne, OVAM
- Marcel de Jong, BLIVO
- Koen Desimpelaere, Jan Kielemoes, VLM
- Joost Dessen, Frank Nevens, Steunpunt Duurzame Landbouw
- Myriam Dumortier, IN
- Ann Duponcheel, Phytofar
- Luc Goeteyn, MiNa-Raad
- Peter Goethals, Labo Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, UGent
- Geert Gommers, VELT
- Patricia Grobбен, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Hubert Gulinck, Jos Van Orshoven, Departement Landbeheer, K.U.Leuven

Jan Haelters, BMM

Hans Polet, CLO

Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Martien Swerts, Afdeling Land, AMINAL

Koen Van De Weyer, Boerenbond

Kor Van Hoof, Inge Van Vynckt, VMM

Lieven Van Lieshout, ANRE, Departement EWBL

Johan Vandewalle, AROHM

Griet Verstraeten, Natuurpunt vzw

Nancy Vogels, Bodemkundige Dienst van België

1.5 Verkeer & vervoer

Ina De Vlieger, Erwin Cornelis, Luc Int Panis, Integrale Milieustudies, Vito
Caroline De Geest, MIRA, VMM

1 Eco-efficiëntie

De sector verkeer & vervoer is, naast het veroorzaken van lawaaihinder en versnippering, ook verantwoordelijk voor de emissie van schadelijke stoffen. Verkeersemisies veroorzaken gezondheidsklachten en schade aan ecosystemen, landbouwgewassen, materialen en gebouwen. De monetaire waardering van deze schade resulteert in de milieuschadekosten van verkeer & vervoer.

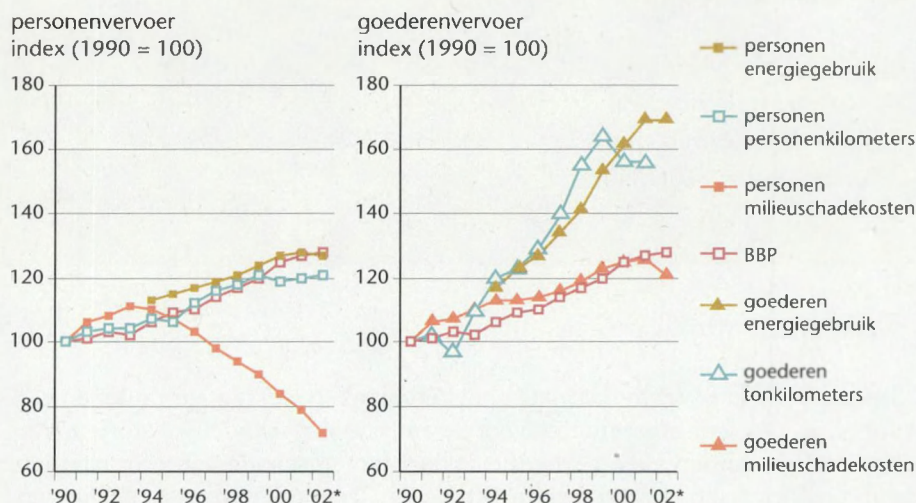
In figuur 1 wordt de eco-efficiëntie van het wegverkeer weergegeven. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen personen- en goederenvervoer. Figuur 1 vergelijkt de evolutie van het energiegebruik en de milieuschadekosten met de evolutie van de personen- en tonkilometers en het Bruto Binnenlands Product van Vlaanderen (BBP). In tegenstelling met eerdere MIRA-rapporten wordt de milieudruk uitgedrukt in milieuschadekosten en niet in emissieniveaus. De milieuschadekosten omvatten de kosten gerelateerd aan de impact van zowel luchtvervuiling (CO , NO_x , totaal stof, SO_2 en NMVOS), als de uitstoot van broeikasgassen (CO_2 , CH_4 en N_2O). De kosten die voortvloeien uit de impact van lawaai zijn hier niet meegerekend.

Figuur 1 toont dat de groei van het *personenvervoer* over de weg (personenwagens, moto's en bussen), uitgedrukt in personenkilometers, de groei van het BBP volgde tot 2000. In 2000 daalde het personenvervoer, daarna kende het opnieuw een lichte stijging die gelijke tred hield met het verloop van het BBP.

Tussen het energiegebruik, met daar aan gekoppeld de CO_2 -emissie, en het personenvervoer over de weg doet zich alsnog geen ontkoppeling voor.

In 2002 bedroegen de hier beschouwde milieuschadekosten voor het personenvervoer over de weg 892 miljoen euro. Dat is nagenoeg 30 % lager dan in 1990, niettegenstaande de transportstromen van personen in dezelfde periode stegen met ruim 21 %. Er is een absolute ontkoppeling tussen de milieuschadekosten voor personenvervoer en de personenkilometers. Vanaf 1994 daalden de milieuschadekosten gestaag; dit is het resultaat van het Europees beleid dat steeds strengere emissienormen oplegt aan nieuwe voertuigen.

Figuur 1: Eco-efficiëntie van het personen- en goederenvervoer over de weg (Vlaanderen, 1990-2002)



De transportstromen van het *goederenvervoer* over de weg, uitgedrukt in ton-kilometers, kenden het voorbije decennium een groei met ruim de helft. Dit is een veel sterkere groei dan het BBP. In 2001 bleken ze te stagneren. Deze stagnering zet zich ook door in het energiegebruik door het goederenvervoer. Globaal gezien is er echter over de periode 1990-2001 geen ontkoppeling tussen het energiegebruik en de transportstromen van het goederenvervoer over de weg.

Gezien het direct verband tussen het energiegebruik en de uitstoot van het voornaamste broeikasgas CO₂, zal zich de komende jaren zowel bij het goederenvervoer als bij het personenvervoer een uitgesproken trendbreuk moeten voordoen om aan het Kyoto-protocol te voldoen.

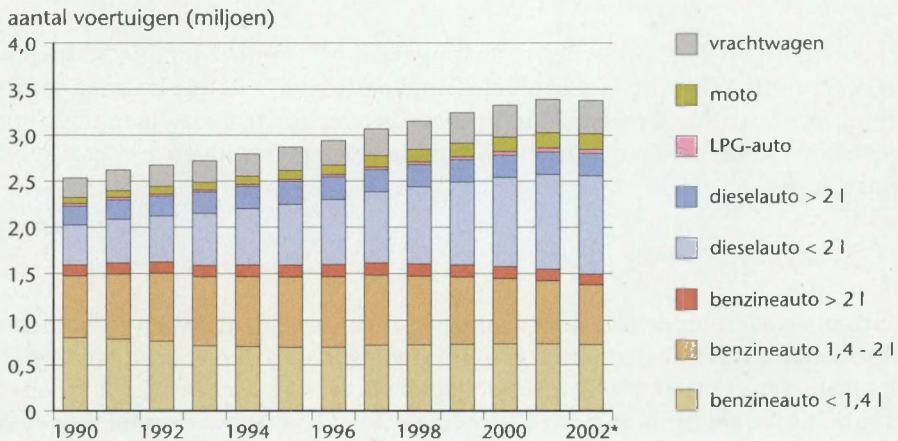
De milieuschadekosten door goederenvervoer over de weg bedroegen 652 miljoen euro in 2002, wat 20 % hoger is dan in 1990. In 2002 was er voor het eerst een daling ten opzichte van de vorige jaren. Deze daling is het gevolg van een stagnering van de transportstromen van het goederenvervoer, maar ook van de invoering van Europese emissienormen voor nieuwe voertuigen. Deze daling doet zich later voor dan bij personenvervoer. Dit komt omdat de transportstromen bij goederenvervoer een grotere groei hebben gekend. Ook zijn de emissienormen voor zwaar vervoer tot nu toe minder drastisch gedaald en is de penetratiegraad trager omwille van de langere levensduur van vrachtwagens. De groei van de milieuschadekosten voor goederenvervoer ligt lager dan de groei van de transportstromen. Men spreekt van relatieve ontkoppeling.

2 Maatschappelijke activiteiten

— Aantal transportmiddelen voor het wegverkeer

In 2002 telde het Vlaamse wegvoertuigenpark 3 375 413 eenheden, dit is een toename met 33 % ten opzichte van 1990 (figuur 2). Door een aanpassing van de statistieken, namelijk het schrappen van voertuigen met een transitnummerplaat, is het aantal in 2002 lager dan in 2001. Toch was er in 2001 reeds een lichtere stijging dan het voorbije decennium, een trend die zich in 2002 allicht doorzet. Een zwakkere conjunctuur de laatste twee jaar ligt hier aan de basis.

Figuur 2: Aantal voertuigen voor het wegverkeer (Vlaanderen, 1990-2002)



* zonder voertuigen met transitnummerplaat

Bron: DIV (aantallen van DIV hoger dan aantallen van NIS in MIRA-T 2002, door inbegrip van voertuigen met transitnummerplaat).

Uit figuur 2 blijkt dat de verdieselijking bij personenwagens zich verder zet. In 2002 bestond het autopark voor 46 % uit *dieselvoertuigen*, ten opzichte van 28 % in 1990. De grootste toename situeert zich bij de dieselauto's met een cilinderinhoud kleiner dan of gelijk aan 2 liter. De grootste daling doet zich voor bij de *benzinewagens* met cilinderinhoud kleiner dan 1,4 liter. In 2002 bedroeg het aandeel dieselmotoren in nieuw gekochte wagens 63,7 %. De cilinderinhoud van nieuwe wagens neemt maar weinig toe, omdat de huidige technologische ontwikkelingen de prestaties van wagens weten op te drijven zonder noemenswaardige toename van de cilinderinhoud.

De *LPG-wagens* blijven marginaal in het personenwagenpark (1,6 % in 2002), ondanks een significante stijging van het aantal ingeschreven LPG-wagens van ongeveer 25 000 midden de jaren negentig tot ongeveer 45 000 in 2002. Dit laatste cijfer omvat tevens, onder impuls van een federale premie, de naar LPG

omgevormde benzinewagens. In Vlaanderen werden in 2001 en 2002 respectievelijk 6 259 en 4 781 aanvragen voor omvorming naar LPG goedgekeurd.

Het aantal *motorfietsen* is meer dan verdubbeld, van 65 245 in 1990 tot 172 547 in 2002. Volgens de Fietzersbond (2003) is het aantal verkochte *fietsen* in 2003 sterk toegenomen en overtreft het de verkoop van auto's. De stijging van de verkoop situeert zich vooral in de vrijetijdsfietsen. Met het Totaalplan Fiets wil de Vlaamse overheid de inspanningen om het fietsgebruik te stimuleren en de veiligheid voor fietsers ernstig te nemen verder bestendigen. De doelstellingen zijn een stijging van het aantal fietsverplaatsingen met 27 % en een daling van het aantal fietsslachtoffers met 50 % in de periode 2000-2010.

Het aantal *vrachtwagens* (lichte en zware) is het laatste decennium continu gestegen en lijkt in 2002 te stabiliseren op 359 216 eenheden. Dit is een toename met 69 % ten opzichte van 1990.

In 2000 namen de leasingvoertuigen ongeveer 5 % van het totale voertuigenpark voor hun rekening. Het aantal leasingvoertuigen in België bedroeg 301 719 in juli 2003, wat 10 % meer is dan in 2000 (Febiac, 2003), voor Vlaanderen zijn geen cijfers beschikbaar. Ruim 80 % van de leasingvoertuigen zijn personenwagens.

— Transportstromen

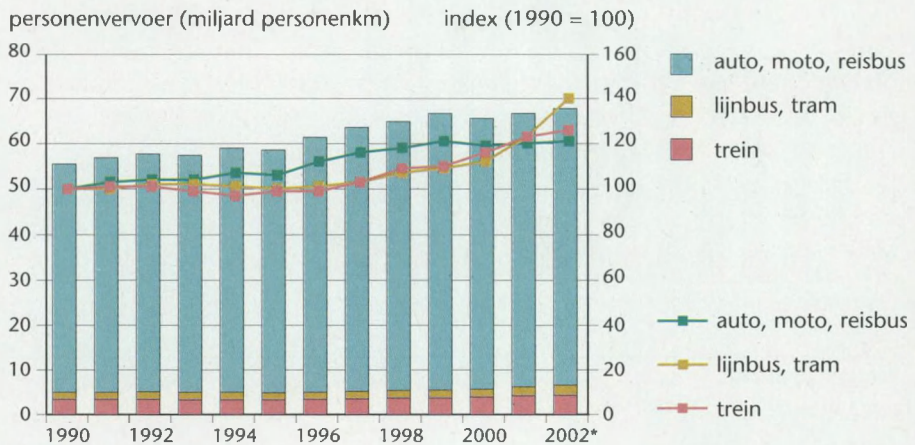
In figuur 3 worden de *transportstromen van het personenvervoer* geëvalueerd aan de hand van de personenkilometers afgelegd met privé-voertuigen over de weg (auto, moto en reisbus), met het openbaar vervoer over de weg (lijnbus en tram) en met de trein. In 2002 bedroeg het totaal aantal personenkilometers 67,8 miljard (staafje in figuur 3), net iets hoger dan in 1999 en 22 % hoger dan in 1990. Tot en met 1999 steeg het totaal aantal afgelegde personenkilometers. In 2000 was er een daling door een lichte terugval van verplaatsingen met de auto, motorfiets of reisbus (lijn in figuur 3).

Ondanks het feit dat het *privaat vervoer* zich de laatste drie jaar gestabiliseerd heeft, nam het in 2002 nog steeds 90,3 % van de transportstromen voor zijn rekening. Vervoer per lijnbus en tram nam 3,4 % in en de trein 6,3 %. De transportstromen door privaat vervoer kunnen verder ingedijkt worden door het gebruik van leasingwagens (zie Aantal transportmiddelen voor het wegverkeer) als indirect middel om werknemers te verlonen minder fiscaal aantrekkelijk te maken.

Er is een toename van het gebruik van het *openbaar vervoer* vanaf 1997. De voorbije 5 jaar stegen de personenkilometers afgelegd met trein en bus/tram respectievelijk met 23 % en 35 %. De groei bij lijnbus en tram is vooral het gevolg van een gericht prijzenbeleid (gratis reizigers). Bij het spoor zijn de troeven de goede verbindingen met behoorlijk klokvaste treinen en de klantvriendelijkheid, naast gereduceerde tarieven voor bepaalde groepen. Het aangepast prijzenbeleid geeft echter ook aanleiding tot extra mobiliteit: jongeren en senio-

ren nemen het openbaar vervoer voor een verplaatsing die ze anders niet zouden hebben gemaakt. Deze mensen kunnen een katalysator zijn om ook pendelaars en andere groepen te doen kiezen voor het openbaar vervoer.

Figuur 3: Evolutie van het personenvervoer (Vlaanderen, 1990-2002)



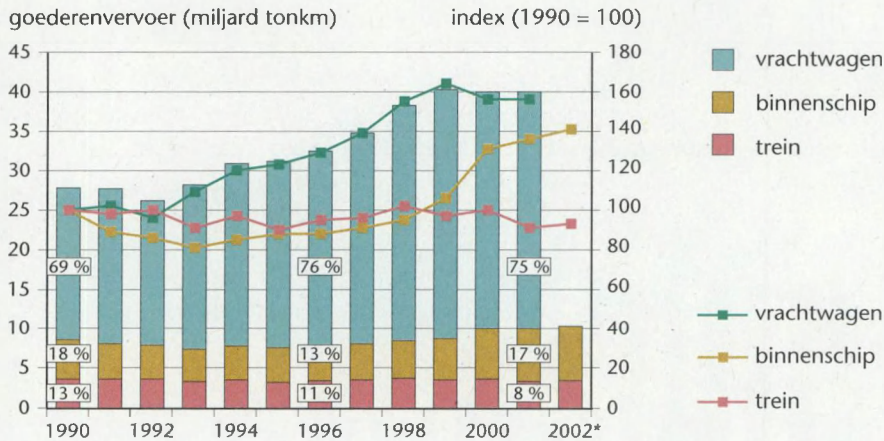
* voorlopige cijfers

Bron: Labeeuw, 2003; De Lijn; NMBS.

Figuur 4 geeft de evolutie van de transportstromen voor het goederenvervoer weer. Het totaal aantal tonkilometers van alle modi samen bedroeg 40 miljard in 2001, dit is een stijging met 44 % ten opzichte van 1990.

Labeeuw (2003) heeft een herschatting gemaakt van het aantal afgelegde tonkilometers met vrachtwagens. Er zijn nog geen cijfers voor 2002. De cijfers liggen naargelang het jaartal 15 tot 50 % hoger dan in vroegere rapporteringen. Dit maakt dat in vergelijking met andere modi het wegverkeer nog belangrijker is. In 2001 bedroeg het aandeel van het wegverkeer in de totale transportstroom van goederen 75 %. In 1990 was dat 69 %. Wel blijkt er na het topjaar 1999 een lichte terugval van het aantal tonkilometers met vrachtwagens.

Figuur 4: Evolutie van het goederenvervoer (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Labeeuw, 2003; NMBS; Vito.

In 2002 bedroeg het aantal tonkilometers door de *binnenvaart* 6,9 miljard, een groei met 41 % ten opzichte van 1990. In het begin van de jaren '90 kende de binnenvaart een terugval. In de periode 1996-2002 was er een sterke toename van activiteit, dankzij een fors investeringsprogramma. Hierdoor steeg het marktaandeel van de binnenvaart met 4 % tussen 1996 en 2001. In 2001 bedroeg het marktaandeel 17 %. Dit komt overeen met de streefwaarde die vooropgesteld wordt in het duurzaam scenario voor 2010 in het Mobiliteitsplan Vlaanderen Beleidsvoornemens (MVB, principieel goedgekeurd 17-10-03).

Het aantal tonkilometers per *spoor* kende lichte schommelingen in de periode 1990-2002. Het spoor verliest in de modale split van goederen 5 % ten opzichte van 1990. In 2001 bedroeg het aandeel van het spoor nog 8 %, wat laag is ten opzichte van de streefwaarde van 14 % in het duurzaam scenario voor 2010 (MVB, 2003).

In de luchtvaartsector zet de crisis zich verder. Voor het tweede opeenvolgende jaar is er een sterke daling in activiteit. Het aantal vliegbewegingen daalde in 2002 met 13 % ten opzichte van 2001, het aantal passagiers zelfs met 27 % en de hoeveelheid vervoerde vracht met 15 %. Deze drie activiteiten vallen hiermee nagenoeg terug tot op het niveau van 1996.

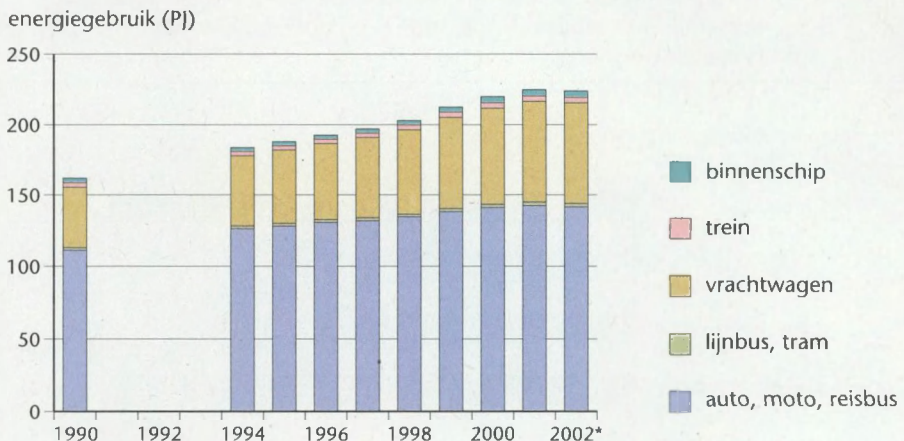
3 Milieudruk

Bij de milieudruk van verkeer & vervoer bespreken we achtereenvolgens het energiegebruik en de emissie naar de lucht van de pollutanten CO₂, NO_x, NMVOS, PM₁₀ en SO₂ en de daaraan gerelateerde milieuschadetekosten. Voor de effecten van verkeer & vervoer op de geluidshinder en het ruimtegebruik wordt verwezen naar respectievelijk het themahoofdstuk 2.7 Lawaai en het achtergrond-document Verkeer & vervoer (www.milieurapport.be/AG). In het hoofdstuk 3.3 Economie wordt nagegaan in welke mate de externe kosten van het wegverkeer geïnternaliseerd zijn in de prijs die de gebruiker betaalt.

— Energiegebruik

Vanaf 1990 was er een gestage toename van het energiegebruik in de transportsector (figuur 5). In 2002 lag dit ongeveer 38 % hoger dan in 1990. Het energiegebruik leek in 2002 te stabiliseren ten opzichte van 2001, maar dit kan een gevolg zijn van de gewijzigde methode voor het bijhouden van het aantal voertuigen (zie Aantal transportmiddelen voor het wegverkeer). In 2002 nam het wegverkeer 96,2 % van het energiegebruik voor zijn rekening, 64,3 % voor personen en 31,9 % voor goederen. Luchtvaart wordt niet opgenomen in figuur 5 omwille van het kleine aandeel (minder dan 0,1 %) in het energiegebruik.

Figuur 5: Energiegebruik door verkeer & vervoer (Vlaanderen, 1990, 1994-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: eigen bewerkingen op basis van Energiebalans - Vito.

Het energiegebruik dat hierboven vermeld wordt, is het energiegebruik van de sector verkeer & vervoer binnen Vlaanderen (223,8 PJ). Indien ook rekening gehouden wordt met de brandstof die door de scheepvaart en luchtvaart in

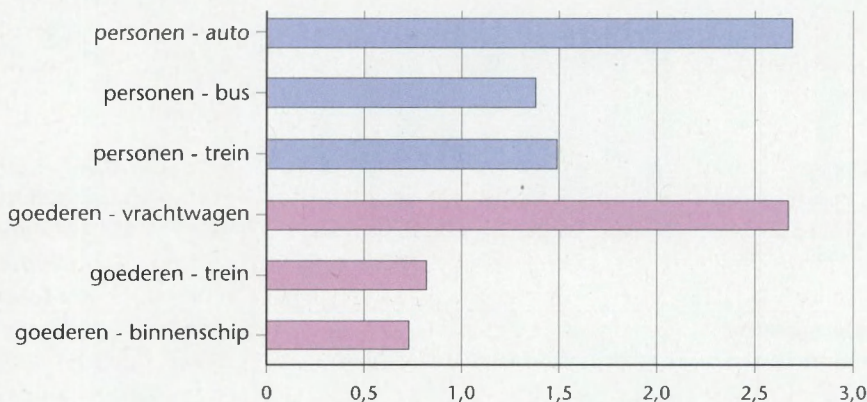
Vlaanderen getankt wordt en verbruikt wordt voor internationaal transport, dan is het totaal energiegebruik van de sector twee en een halve maal groter (572,1 PJ).

Opvolging van het brandstofverbruik van nieuw gekochte wagens in België leert dat in de periode 2000-2002 het verbruik met 3,2 % is afgenomen (Cornelis *et al.*, 2003). Deze daling is het gevolg van enerzijds de groeiende belangstelling voor een dieselveertuig bij de aankoop van een nieuwe wagen en anderzijds de technologische verbeteringen bij wagens. Het is mogelijk dat de doelstelling voor 2008 (een gemiddelde specifieke uitstoot van 140 g CO₂/km) benaderd wordt, maar analyse van de inschrijvingen de volgende jaren zal moeten uitwijzen of dit werkelijk het geval is. De tendensen wijzen erop dat het moeilijk zal zijn om de doelstelling voor 2012, een gemiddelde uitstoot van 120 g CO₂/km, te halen. Extra inspanningen zullen nodig zijn.

Maatregelen voor de vermindering van het energiegebruik, en dus ook de CO₂-uitstoot, dienen zich te richten op het stimuleren van de introductie van zuinige technologie (zoals hybride voertuigen) en de aankoop van lichtere (in gewicht) personenwagens. Het energiegebruik kan echter nog drastischer verminderd worden door het stimuleren van het gebruik van meer energie-efficiënte modi door bijkomende financiering voor gemeenschappelijk vervoer (bus, car-pooling), trein en binnenschip. Dit wordt geïllustreerd in figuur 6, waar het primair energiegebruik per personen- of tonkilometer voor de verschillende modi wordt vergeleken voor het jaar 2001.

Figuur 6: Vergelijking van de energieconsumptie (primaire energie) van verschillende modi voor personen- en goederenvervoer (Vlaanderen, 2001)

energieconsumptie (MJ)/personen- of tonkm)



Primaire energie is de som van de energie gebruikt in de gebruiksfase van het voertuig (vaartuig) en bij de productie van de brandstof.

Bron: Vito.

Per personenkilometer is het primair energiegebruik van de auto ongeveer het dubbele van dat van een bus of trein. Voor de vrachtwagen ligt het primair energiegebruik ruim driemaal hoger per tonkilometer dan voor de trein of het binnenschip. Voor treinen werd rekening gehouden met zowel elektrische als dieseltractie. De cijfers voor het binnenschip zijn onnauwkeurig. Tussentijdse resultaten van een energiegebruikenquête bij de binnenschippers geven aan dat het verbruik in vroegere studies waarschijnlijk overschat is (Vito, 2003).

— Emissie van CO₂, NO_x, NMVOS, PM₁₀ en SO₂ naar de lucht

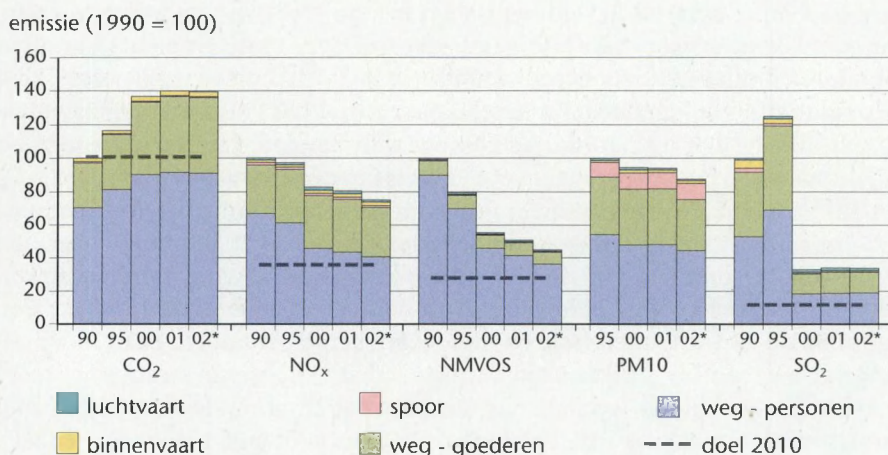
Figuur 7 toont het verloop van de uitlaatemissies van CO₂, NO_x, NMVOS en SO₂ voor verkeer & vervoer, het referentiejaar is 1990. Voor wat betreft de emissie van stof wordt er vanaf dit jaar gerapporteerd over PM₁₀ in plaats van over totaal stof, omdat PM₁₀ meer relevant is voor de impact op de volksgezondheid en omdat er nu voldoende data beschikbaar zijn. Voor PM₁₀ worden zowel de uitlaat- als de niet-uitlaatemissie (slijtage van banden, remmen, wegdek en rails) opgenomen. Referentiejaar voor PM₁₀ is 1995, omdat geen cijfers voor 1990 beschikbaar zijn. Voor PM₁₀ zijn er nog geen langetermijndoelstellingen (2010) gedefinieerd. Omwille van de onduidelijkheid over de verspreiding en impact op de volksgezondheid van de niet-uitlaatemissie van PM₁₀, werd ze niet in rekening gebracht bij de berekening van de milieuschadetekosten (figuur 1 en figuur 8). De niet-uitlaatemissie wordt meer in detail behandeld in 2.5 Verspreiding van zwevend stof. Bij de beoordeling van het verloop van de emissies moet er rekening gehouden worden met het feit dat in 2002 de voertuigen met transitnummerplaat niet meegerekend werden voor het berekenen van de emissie van het wegverkeer, dit in tegenstelling met voorgaande jaren (zie Aantal transportmiddelen voor het wegverkeer).

Het wegverkeer bleef in 2002 de voornaamste vervuiler (93-98 %) binnen de sector verkeer & vervoer. Voor PM₁₀ was dit iets lager (86 %), omwille van het belang van de slijtage van rails bij spoorverkeer. Er moet benadrukt worden dat in figuur 7 enkel de emissie weergegeven wordt van het verkeer in Vlaanderen. De emissie die veroorzaakt wordt door internationale vluchten is niet in de cijfers voor luchtvaart inbegrepen en zou het aandeel van de luchtvaart vanzelfsprekend sterk doen toenemen.

Voor alle polluenten is de trend dalend, behalve voor het broeikasgas CO₂. Voor CO₂ was er een overschrijding van de Vlaamse doelstelling (stabilisatie in 2010 ten opzichte van 1990) met 40 % in 2002 (15 872 kton CO₂). De maatregelen die nu reeds gebruikt worden om de CO₂-problematiek aan te pakken, zijn vooral technische maatregelen die de *constructeurs* verplichten om zuinigere motoren te maken. Daarmee alleen zal de doelstelling voor de emissie van CO₂ door verkeer & vervoer, genomen in het kader van het Kyoto-protocol, nooit gehaald worden. De maatregelen die zich nu opdringen zijn veel ingrijpender en zouden de *consumenten* moeten aanzetten om de zuinigere wagens, die de *constructeurs* maken, ook daadwerkelijk te kopen én andere vervoermiddelen te gebruiken. De Europese maatregel inzake de consumenteninformatie over het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van nieuwe wagens is sinds januari 2002

geïmplementeerd in België. Het blijkt dat de relatie tussen verbruik en CO_2 onvoldoende gekend is bij de consument. Bijkomende maatregelen zoals het informeren van de consument over wat milieuvriendelijke voertuigen zijn, het stimuleren van energiezuinige voertuigen en modale shift zijn aangewezen. Tevens moet de introductie van alternatieve technologie verder gestimuleerd worden.

Figuur 7: Evolutie van de emissie van CO_2 , NO_x , NMVOS, PM_{10} en SO_2 door verkeer & vervoer (Vlaanderen, 1990, 1995, 2000-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Vito, VMM.

Er was een verdere daling van de NO_x -uitstoot tot 76 039 ton in 2002, dit ten gevolge van de vervanging van oudere voertuigen door voertuigen van een jongere generatie. Zonder bijkomende maatregelen wordt de doelstelling 2010 (35 700 ton) allicht niet gehaald, de verdere verdieselijking werkt dit mee in de hand.

De NMVOS-emissie bleef verder dalen en kwam op 36 728 ton in 2002. Doelstelling 2010 (22 200 ton) is haalbaar.

De uitstoot van SO_2 stabiliseerde en bedroeg 3 042 ton in 2002. In de praktijk zal dit evenwel lager geweest zijn en was er een daling ten opzichte van 2001. In figuur 7 wordt immers geen rekening gehouden met de fiscale gunstmaatregelen die sinds november 2001 bestaan voor zwavelarme (50 ppm) diesel en benzine. Doelstelling 2010 (1 000 ton) is haalbaar door de algemene verlaging van het zwavelgehalte van 350 ppm in diesel en 150 ppm in benzine naar 50 ppm in 2005 en 10 ppm in 2009 voor beide brandstoffen.

De uitstoot van PM_{10} toont een dalende trend en bedroeg 8 721 ton in 2002. Deze trend zal zich verder zetten tot 2010 omwille van de strengere emissienormen (Euro-4) voor deeltjes in uitlaatgassen van nieuwe dieselveertuigen. Vooral voor zware wegvoertuigen zullen de normen opnieuw drastisch verlagen in 2005.

Er was een toename in het aandeel niet-uitlaatemissie van PM_{10} van 20 % in 1995 naar 26 % in 2002 (1 977 ton in 1995, 2 300 ton in 2002). Gegevens omtrent het effect van reducerende maatregelen voor deze emissie ontbreken evenwel (Schrooten *et al.*, 2003). Gericht onderzoek is hier aanbevolen.

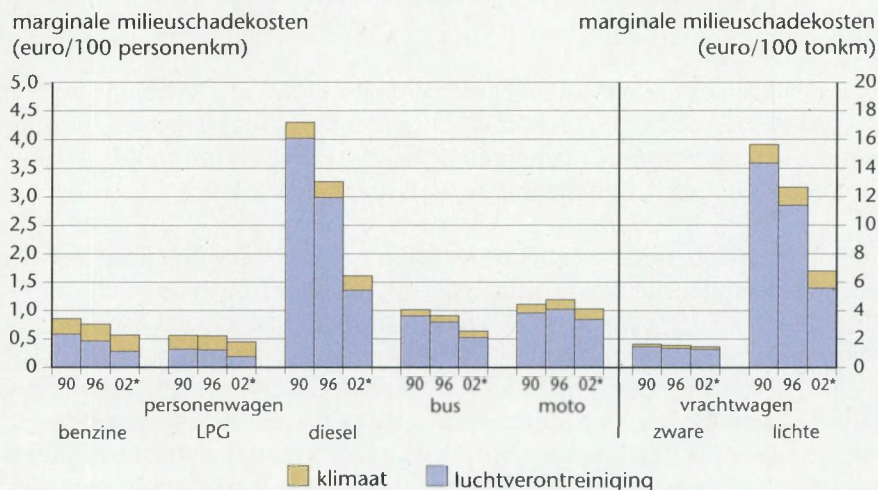
Wat de toekomst betreft, voorziet de Richtlijn 1999/96/EG voor zwaar vervoer, naast de vermindering van de uitlaatgasemissie van verontreinigende stoffen in drie stappen (Euro-klassen 3 tot en met 5), de invoering van het concept 'EEV' ('*environmentally enhanced vehicle*' of 'milieuvriendelijker gemaakt voertuig'). De richtlijn voorziet voor dergelijke voertuigen geen introductiedatum, maar laat de lidstaten toe om via fiscale maatregelen de invoering te bespoedigen. Op Europees niveau is de Europese Commissie, samen met de autoconstructeurs, reeds enkele jaren bezig om een EEV-standaard uit te werken voor personenwagens. Dit zou impliceren dat nieuwe Europese richtlijnen voor personenwagens ook normen voor brandstofverbruik voorschrijven, waar vroeger enkel limieten voor gereguleerde emissies werden opgesteld.

— Marginale milieuschadeposten

Figuur 8 toont de marginale milieuschadeposten voor de verschillende wegvoertuigen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen marginale kosten gerelateerd aan klimaatverandering en aan luchtverontreiniging (verzuring, fotochemische luchtverontreiniging en totaal stof). Om de vergelijking tussen de voertuigen binnen het personenvervoer te kunnen maken zijn de marginale kosten uitgedrukt in euro per personenkilometer, voor vrachtvervoer in euro per tonkilometer.

De marginale milieuschadeposten per vervoersprestatie bestaan voor een groot deel uit de kost voor luchtverontreiniging, met uitzondering van benzine- en LPG-auto's. In de periode 1990-2002 zijn de marginale milieuschadeposten voor elke voertuigcategorie gedaald. Het niveau van marginale kosten voor klimaat is in deze periode voor de verschillende voertuigen nagenoeg constant gebleven. De marginale kosten voor luchtverontreiniging zijn aanzienlijk gedaald in de periode 1990-2002, met uitzondering van motorfietsen en zware vrachtwagens waar het minder uitgesproken is. Dit is het gevolg van de lagere graad van verstrenging in emissiewetgeving voor deze voertuigen. De Europese Richtlijnen 97/24/EG en 2002/51/EG voor motorfietsen en 1999/96/EG voor zwaar vervoer voorzien een verstrenging in 2006, voor zware vrachtwagens een tweede in 2009. Omwille van de lange levensduur van motorfietsen en vrachtwagens zal het effect op de milieuschadeposten van het park zich minder snel doorzetten.

Figuur 8: Evolutie van de marginale milieuschadetekosten voor het wegverkeer (Vlaanderen, 1990, 1996 en 2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Vito, VMM.

Voor *personenvervoer* resulteerde de *dieselauto* in de hoogste milieuschadetekosten omwille van zijn deeltjesuitstoot. Deeltjes wegen immers het zwaarst door in de impact op volksgezondheid. In 2002 was, voor wat betreft de hier beschouwde milieuschadetekosten, de dieselwagen per personenkilometer drie-maal meer belastend voor het milieu dan de benzine- of LPG-wagen. Opvallend is dat de *benzinewagen* bijna even goed scoorde als de *LPG-wagen*, die algemeen aangezien wordt als de meest milieuvriendelijke van de drie klassieke brandstoftypes. De milieuschadetekosten houden echter geen rekening met de loodemissie door benzinewagens. Men spreekt van loodvrije benzine, maar in feite is het loodarme benzine. In praktijk zullen de kosten dus hoger liggen voor benzinevoertuigen. De milieuschadetekosten van de *moto* waren het dubbele van deze van de twee laatst genoemde voertuigtypes.

Hoewel de *bus* een schaalvoordeel heeft, kwam hij in 2002 pas op de derde plaats qua kosten per personenkilometer, na de meer milieuvriendelijke LPG-wagen en benzinewagen. De bus had wel de laagste kosten per personenkilometer voor klimaatverandering. De kosten voor luchtverontreiniging zullen in de toekomst dalen. Door De Lijn wordt namelijk een belangrijk initiatief genomen om de deeltjesuitstoot door haar park te reduceren. Tegen midden 2005 zullen alle Euro-2 bussen (bouwjaar: 1996-2001; aantal: 765) uitgerust zijn met een roetfilter. In een tweede fase (2005-2008) zouden 400 extra omvormingen worden doorgevoerd op Euro-3 bussen.

Bij het *goederenvervoer* vertoonden de *lichte vrachtwagens* de hoogste milieuschadetekosten, zij hebben immers niet het schaalvoordeel (laadcapaciteit) van de *zware vrachtwagens*.



Meer informatie in het achtergronddocument Verkeer & vervoer op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Cornelis E., De Vlieger I., Govaerts L. (2003) CO₂-monitoring nieuwe personenwagens: analyse 2002, Vito, Mol.
- Febiac (2003) Persoonlijke communicatie augustus 2003, Brussel.
- Fietzersbond (2003) Persbericht Fietzersbond 12-08-2003
<http://www.fietzersbond.be/>
- Labeeuw G. (2003) Verkeerstellingen 2002, nr. 22 van de federale overheidsdienst mobiliteit en vervoer, Brussel.
- MVB (2003) Mobiliteitsplan Vlaanderen Beleidsvoornemens, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Mobiliteitscel, Brussel.
- Schrooten L., De Vlieger I., Cornelis E., Lodewijks P., Van Rompaey H. (2003) Evaluatie van het reductiepotentieel voor fijn stofemissies (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}) naar het compartiment lucht in een aantal sectoren in Vlaanderen. DEEL 2: Scenario's, studie in opdracht van AMINAL, Brussel (voorlopig eindrapport).
- Vito (2003) Groen imago voor de binnenvaart, Enquête brandstofverbruik, studie in opdracht van Promotie Binnenvaart Vlaanderen, Antwerpen.

Lectoren

- Georges Allaert, Vakgroep Civiele Techniek, UGent
- Tim Asperges, Veerle Beyst, Langzaam Verkeer vzw
- Willy Bontinck, NMBS
- Dick Botteldooren, Vakgroep Informatietechnologie, UGent
- Caroline De Bosscher, VMM
- Griet De Ceuster, Bart Van Herbruggen, Transport & Mobility Leuven
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Luc Goeteyn, Secretariaat MiNa-Raad
- Dirk Gullentops, Figas
- Lars Hegemann, APS, Departement AZF
- Chris Jacobson, ARGUS
- Jan Kretschmar, Vito
- Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Katleen Marien, VEV
- Erik Nuyts, Onderzoekscel Architectuur, Mobiliteit en Omgeving, Provinciale Hogeschool Limburg
- Michel Peelman, FEBIAC
- Dirk Van Braeckel, ETHIBEL vzw
- Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent
- Greet Van Laer, Tania Van Mierlo, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Joeri Van Mierlo, Vakgroep Elektrotechniek, VUB
- Caroline Vermeulen, ANRE, Departement EWBL
- Enid Zwerts, Instituut voor Mobiliteit, Limburgs Universitair Centrum

1.6 Handel & diensten

Jeroen Van Laer, MIRA, VMM

Wim De Groote, Vakgroep Mechanica van Stroming, Warmte en Verbranding, UGent

Luk Umans, Afvalstoffenbeheer, OVAM

Stefan De Fraine, Afdeling Aankoopbeheer, Departement AZF

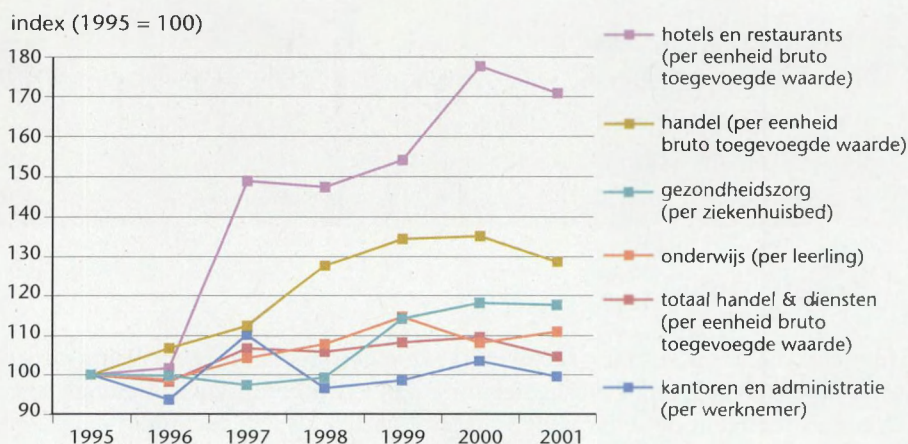
Kathleen De Paepe, Anne Van Autreve, Directoraat-generaal, AMINAL

1 Eco-efficiëntie

Handel & diensten (tertiaire sector) zorgt voor een steeds groter deel van de economische welvaart en de werkgelegenheid in Vlaanderen. Op milieuvlak werd handel & diensten in het verleden meestal gezien als een sector die - in vergelijking met andere sectoren - slechts voor een beperkte milieudruk zorgde. In het milieubeleid en de rapportering ging dan ook minder aandacht naar handel & diensten. Dit hoofdstuk toont aan dat er ook voor deze sector heel wat uitdagingen op milieugebied zich aanbieden. Handel & diensten neemt 25,1 % van het totaal primair afval in Vlaanderen voor zijn rekening. Dit is bijna dubbel zoveel als het huishoudelijk afval. Ook de sterke stijging van het energiegebruik (+61 % t.o.v. 1990) is opvallend. Niettegenstaande we op het vlak van de *inventarisatie van milieugegevens* aan een inhaalbeweging bezig zijn, dient de komende jaren verder aandacht besteed te worden aan de verfijning van de gegevens, vooral op deelsectorniveau. Handel & diensten kan ingedeeld worden in zes deelsectoren: handel, hotels en restaurants, kantoren en administratie, onderwijs, gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening, gemeenschapsvoorzieningen, sociaal-culturele en persoonlijke diensten. Deze laatste deelsector bevat ook de activiteiten rond afvalverzameling en afvalverwerking.

Figuur 1 toont de eco-efficiëntie van handel & diensten en de deelsectoren voor het energiegebruik, na correctie met het aantal graaddagen. Het energiegebruik wordt telkens vergeleken met een - voor de (deel)sector - relevante activiteitsindicator. De eco-efficiëntie van handel & diensten verslechterde tijdens de periode 1995-2001: per eenheid activiteit lag het energiegebruik in 2001 in alle deelsectoren - uitgezonderd kantoren en administratie - hoger dan in 1995. In de meeste deelsectoren is er wel een verbetering merkbaar sinds 2000 of 2001. Ook voor de totale sector is dit het geval, maar in 2001 was per eenheid bruto toegevoegde waarde toch nog 5 % meer energie nodig dan in 1995.

Figuur 1: Eco-efficiëntie van handel & diensten voor 'energiegebruik per eenheid activiteit', per deelsector en totaal (Vlaanderen, 1995-2001)



Het energiegebruik is gecorrigeerd volgens de 15/15 graaddagenmethode (met uitzondering van elektrische verwarming). Deze methode wordt gebruikt om het effect van temperatuurschommelingen op het energiegebruik weg te filteren, bv. koude jaren zoals 1996 worden met een factor kleiner dan 1 vermenigvuldigd. De bruto toegevoegde waarde is uitgedrukt in constante prijzen. De deelsector gemeenschapsvoorzieningen etc. wordt niet belicht wegens gebrek aan een relevante activiteitsindicator.

Bron: Administratie Gezondheidszorg, 2003; APS; NBB; RSZ Gele Brochure; Energiebalans - Vito.

In figuur 1 is de aanzienlijke verslechtering van de eco-efficiëntie van hotels en restaurants opvallend: het energiegebruik steeg in deze deelsector met 62 % tussen 1995 en 2001, terwijl de bruto toegevoegde waarde met 5 % daalde. De sterke stijging van het energiegebruik van hotels en restaurants kan vermoedelijk verklaard worden door o.a. de sterke toename van het aantal overnachtingen in hotels (1.7 Toerisme & recreatie). Ook in de handel was in 2001 per eenheid bruto toegevoegde waarde meer energie nodig dan in 1995, met name 29 % extra. De deelsector gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening kende een stijging van het energiegebruik (+13 % t.o.v. 1995) terwijl het aantal ziekenhuisbedden in Vlaanderen in deze periode met 4 % daalde. De ziekenhuizen nemen naar schatting zo'n 70 % in van het energiegebruik van deze deelsector. In het onderwijs werd in 2001 per leerling 11 % meer energie gebruikt dan in 1995; in 1999 was dit wel nog 15 %. De eco-efficiëntie van de belangrijkste deelsector van handel & diensten, namelijk kantoren en administratie, eindigde net onder het niveau van 1995. Het is de enige deelsector waar de activiteitsindicator (+23 %) sterker steeg dan het energiegebruik (+22 %) en er dus sprake is van een - zeer beperkte - relatieve ontkoppeling.

2 Maatschappelijke activiteiten

— Bruto toegevoegde waarde, aantal werknemers en andere activiteiten

Op economisch vlak is handel & diensten veruit de grootste sector in Vlaanderen. Tussen 1995 en 2001 stellen we in Vlaanderen een verdere verschuiving naar een diensteneconomie vast: het aandeel van handel & diensten in de bruto toegevoegde waarde van Vlaanderen steeg – in nominale termen – van 64,5 % naar 67,3 %.

De bruto toegevoegde waarde van handel & diensten (in constante prijzen van 1995) steeg met 14 %. De reële groeicijfers in de handel en bij hotels en restaurants zijn minder positief: deze laatste deelsector groeide wel in 1998 (+2,5 %) en in 2000 (+3,8 %) maar de negatieve groeivoeten in de andere jaren – met als uitschieter 2001 (-5,5 %) – zorgden ervoor dat een lager niveau bereikt werd dan in 1995. In de handel steeg de bruto toegevoegde waarde in 2001 met 4,6 %, wat de slechtere economische prestaties van de voorgaande jaren (en vooral 1996: -7 %) enigszins compenseerde. De deelsector kantoren en administratie realiseert veruit het grootste deel van de bruto toegevoegde waarde van handel & diensten, namelijk 59 %. Ook wat betreft het aantal werknemers is deze deelsector het grootst: ongeveer 570 000 werknemers waren er in 2001 werkzaam t.o.v. een totaal van bijna 1,4 miljoen in handel & diensten. Het aantal leerlingen en studenten in het onderwijs in Vlaanderen daalde lichtjes (-0,8 %). Het aantal ziekenhuisbedden in de algemene en psychiatrische ziekenhuizen daalde eveneens: in 1995 waren er ongeveer 43 500 ziekenhuisbedden in Vlaanderen t.o.v. 41 700 in 2001.

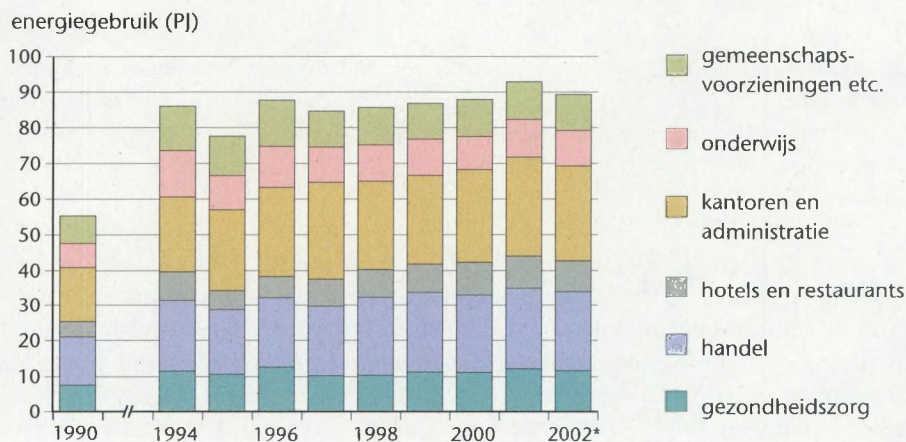
3 Milieudruk

— Energiegebruik

Uit figuur 2 blijkt dat het energiegebruik van handel & diensten tussen 1990 en 2002 met 61 % gestegen is (figuur 2 tot figuur 4 zijn niet aangepast volgens het aantal graaddagen). De piekwaarden in 1996 en 2001 zijn te verklaren door de relatief lage wintertemperaturen van dat jaar; de daling in 2002 is analoog toe te schrijven aan de zeer milde winter. Het aandeel van handel & diensten in het bruto binnenlands energiegebruik in Vlaanderen steeg van 4,6 % tot 5,5 % over de geregistreerde periode (1.3 Energie).

De grootste energiegebruikers in 2002 waren kantoren en administratie (30 %) en handel (25 %). Het resterende energiegebruik is ongeveer gelijkmatig verdeeld over de 4 andere deelsectoren. De stijging van het energiegebruik in de periode 1990-2002 is eveneens in hoofdzaak te wijten aan kantoren en administratie en handel (figuur 3).

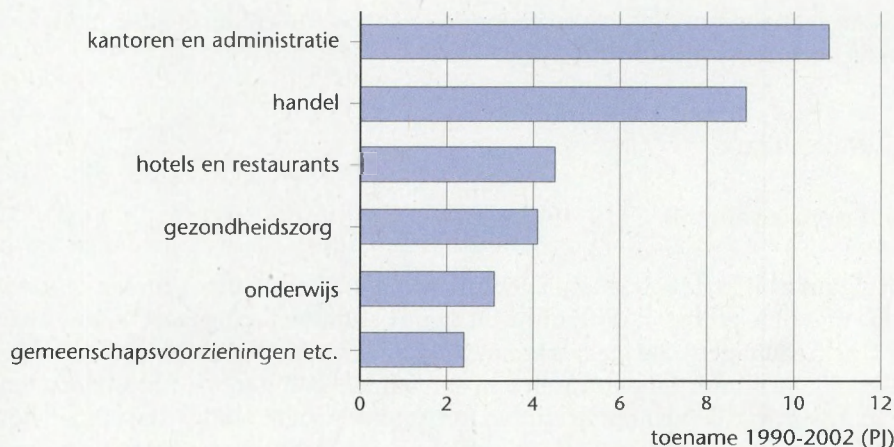
Figuur 2: Energiegebruik van handel & diensten per deelsector (Vlaanderen, 1990, 1994-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans - Vito.

Figuur 3: Toename van het energiegebruik van handel & diensten tussen 1990 en 2002, per deelsector (Vlaanderen)



* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans - Vito.

Het toekomstige energiegebruik kan gunstig worden beïnvloed door een aantal initiatieven van de Vlaamse overheid. De elektriciteitsnetbeheerders zijn door een Uitvoeringsbesluit op het Vlaams Elektriciteitsdecreet sinds 2003 verplicht

jaarlijks 1 % te besparen op het primair energiegebruik (dit komt overeen met 0,4 % van het elektriciteitsgebruik) van hun klanten. Daartoe ondernemen zij diverse acties voor een rationeler energiegebruik, o.m. in de sector handel & diensten, zoals bv. subsidiëren van bepaalde energiebesparende investeringen. Vanaf 2004 loopt de primaire energiebesparingdoelstelling van de netbeheerders verder op tot 2,2 % in 2007. Een andere belangrijke maatregel van de Vlaams minister bevoegd voor Energie, de energieprestatienormen voor nieuwe kantoren en scholen, wacht reeds 2 jaar op uitvoering. Het Vlaams Parlement heeft nu zelf het initiatief genomen en een voorstel van Decreet werd in 2002 ingediend. De minister van Welzijn en Gezondheid heeft sinds 1 juli 2003 energieprestatienormen uitgevaardigd voor alle gesubsidieerde nieuwbouw- en verbouwingsprojecten onder haar bevoegdheid (gezondheids- en welzijnsinstellingen). Er is gestart met energiebeheer in een deel van de overheidsgebouwen in Vlaanderen, met name in een deel van de gemeenten, de provincies en in de Vlaamse administratie. De Samenwerkingsovereenkomst 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling' tussen de Vlaamse minister voor Leefmilieu en de lokale overheden kent een groot succes: 59 % van de lokale overheden ondertekenden de cluster energie (situatie augustus 2003, zie Interne milieuzorg: beleidsacties).

— Emissie van broeikasgassen

Figuur 4 geeft een overzicht van de broeikasgasemissie van handel & diensten voor 1990 en 1994-2002. De CO₂-emissie van afvalverbranding in installaties die *elektriciteit produceren* worden bij de transformatiesector ingedeeld (1.3 Energie). De emissie van F-gassen door handel & diensten is evenmin in rekening gebracht (2.16 Klimaatverandering). De broeikasgasuitstoot (CO₂, N₂O, CH₄) van handel & diensten lag 24 % hoger in 2002 dan in 1990. Het aandeel van handel & diensten in de totale broeikasgasuitstoot van Vlaanderen klom daarmee in 2002 op tot 6,9 %.

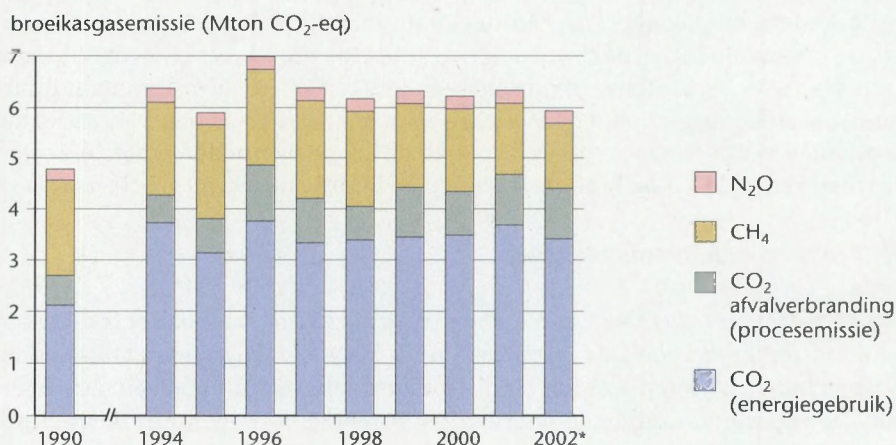
CO₂ had in 2002 een aandeel van 74 % in de broeikasgasemissie van de sector. De CO₂-emissie door energiegebruik steeg van 1990 tot 2002 met 63 %. Het grootste deel van de CO₂-uitstoot *door energiegebruik* is afkomstig van kantoren en administratie (31 %), gevolgd door handel (18 %) en gezondheidszorg (16 %). De CO₂-uitstoot door afvalverbranding steeg tijdens 1990-2002 met 72 %. De daling die we in 2002 observeren voor de CO₂-emissie uit energiegebruik werd bijna uitsluitend veroorzaakt door de zeer milde winter, wat resulteerde in een daling van het energiegebruik voor verwarming en daarmee van de CO₂-emissie.

In 2002 zorgde methaan (CH₄) voor 22 % van de broeikasgasemissie van de sector. De CH₄-emissie is met 31 % gedaald t.o.v. 1990 en is voornamelijk afkomstig van stortplaatsen (70 % in 2002) en compostering (27 %). De emissie afkomstig van stortplaatsen daalde in de periode 1990-2002 (-49 %) terwijl de uitstoot veroorzaakt door compostering bijna vervijfvoudigde. De dalende trend die we sinds 1999 observeren voor de methaanemissie lijkt wel structureel. De daling van de methaanemissie bij stortplaatsen is gerealiseerd door de toenemende verbranding van stortgas waarbij energie wordt gewonnen, de daling van het

gestort afval en een betere scheiding van de organische afvalfractie. De organische fracties worden meer gecomposteerd en vergist.

De emissie van lachgas (N_2O) is met 11 % gestegen t.o.v. 1990 en is voornamelijk (54 %) afkomstig van medische toepassingen in de deelsector gezondheidszorg. Lachgas had in 2002 een aandeel van 4,1 % in de broeikasgasemissie van de sector.

Figuur 4: Broeikasgasemissie van handel & diensten (Vlaanderen, 1990, 1994-2002)



* voorlopige cijfers; 1 ton CH₄ = 23 ton CO₂-eq; 1 ton N₂O = 296 ton CO₂-eq

Bron: Energiebalans - Vito, VMM.

Zowel voor het energiegebruik als voor de broeikasgasemissie is nog geen trendbreuk gerealiseerd. De meeste beleidsmaatregelen bevinden zich momenteel nog in de planfase. De doelstellingen van de Vlaamse overheid om, in het kader van haar Klimaatbeleidsplan, het energiegebruik in de dienstensector te verlagen lijken op korte termijn (2005) echter weinig ambitieus. Project 7 van dit plan omvat de uitwerking en implementatie van het actieplan 'REG in de tertiaire sector'. Dit project heeft als doel de stijging van de CO₂-emissie door het energiegebruik van de tertiaire sector in 2005 te beperken met 381 ton CO₂ t.o.v. een 'business as usual' scenario; dit betekent een stijging van de CO₂-emissie met 27 % in 2005 t.o.v. 2000. Project 13 van dit plan omvat een efficiënter energiegebruik in de 100 grootste Vlaamse overheidsgebouwen en vermeldt een 'technisch maximum besparingspotentieel van 3 %'. Uit verscheidene studies blijkt echter dat - uitgerekend voor de sector handel & diensten - veel grotere rendabele besparingspotentiëlen (30-50 %) voor energie mogelijk zijn (De Groote *et al.*, 1995; Alsema & Nieuwlaar, 1996; ECCP, 2001; Eichhammer, 2003). De doelstellingen in het Vlaams Klimaatbeleidsplan moeten bijgevolg worden gezien als een stap naar ambitieuzere doelstellingen.

— Productie van afval

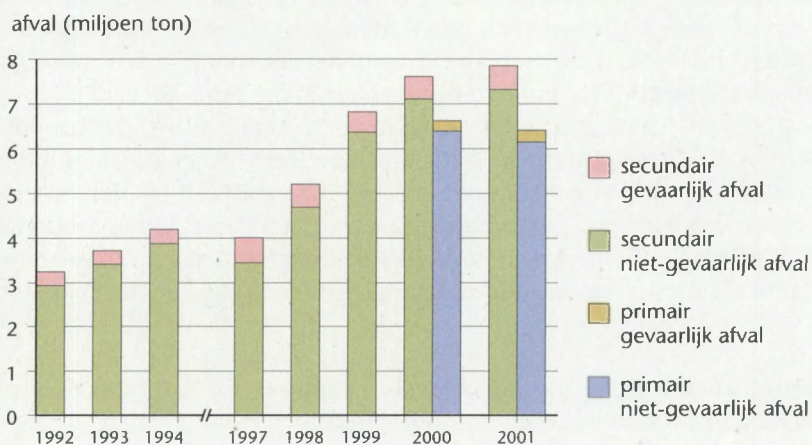
Er moet een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen primair en secundair geproduceerd bedrijfsafval. Secundair afval is het afval dat afkomstig is van de afvalverwerkende bedrijven, inclusief de afvalrecuperatiebedrijven. Het primair bedrijfsafval is alle bedrijfsafval, exclusief het secundair bedrijfsafval. In 2001 is er naar schatting 6,4 miljoen ton primair afval geproduceerd door de handel & diensten. Dit is 220 kton minder dan vorig jaar (figuur 5). Toch neemt handel & diensten nog 25,1 % van het totaal primair (bedrijfs- en huishoudelijk) afval in Vlaanderen voor zijn rekening. Ter vergelijking: dit is bijna het dubbele van het huishoudelijk afval dat in 2002 ongeveer 3,3 miljoen ton bedroeg. De belangrijke primaire afvalstromen in handel & diensten zijn vooral gemengd ongesorteerd afval, papierafval en verpakkingsafval (2.18 Beheer van afvalstoffen).

Het secundair afval bedroeg in 2001 ongeveer 7,8 miljoen ton. Uit figuur 5 blijkt duidelijk dat de hoeveelheid secundair afval sinds 1992 toeneemt. Het is mogelijk dat deze hoeveelheid effectief toeneemt, maar een belangrijke verklaring voor de grote hoeveelheid is dat bepaalde afvalstromen meerdere malen in de cijfers opgenomen kunnen zijn als gevolg van een verlenging van de verweringsketen. Immers door betere sortering of bewerking van het afval kunnen de afvalstoffen van fysisch-chemische samenstelling of eigenschappen veranderen waardoor ze mogelijk meer in aanmerking komen voor een volgende verweringswijze die hoger op de ladder van Lansink staat. Andere redenen voor de toename zijn een betere en vollediger melding van afvalstoffen.

In 2001 was er 260 kton primair gevaarlijk afval in handel & diensten. Een belangrijk deel hiervan is afkomstig van de verzorging van patiënten in de gezondheidszorg. Andere gevaarlijke afvalstromen zijn minerale oliën en olieën wateremulsies van garages, vervoerssectoren of tankcleaning (OVAM, 2003). Bij de secundaire afvalproducenten treft men meer gevaarlijk afval aan: 531 kton (of 7 % van het secundair afval). 80 % hiervan bestaat uit vlieg- en bodemas van afvalverbrandingsinstallaties (van bedrijfs- en huishoudelijk afval) en uit afval van fysisch-chemische behandelingen van afvalstoffen.

Figuur 6 toont dat het primair afval van handel & diensten tussen 2000 en 2001 in verschillende deelsectoren licht toeneemt. De daling van het afval in de handel en de stijging in het onderwijs zijn te wijten aan afwijkingen in de basisgegevens. Het grootste deel van het primair afval is in 2001 afkomstig van kantoren en administratie (38 %), rioolwaterzuiveringinstallaties en handel (beide 22 %).

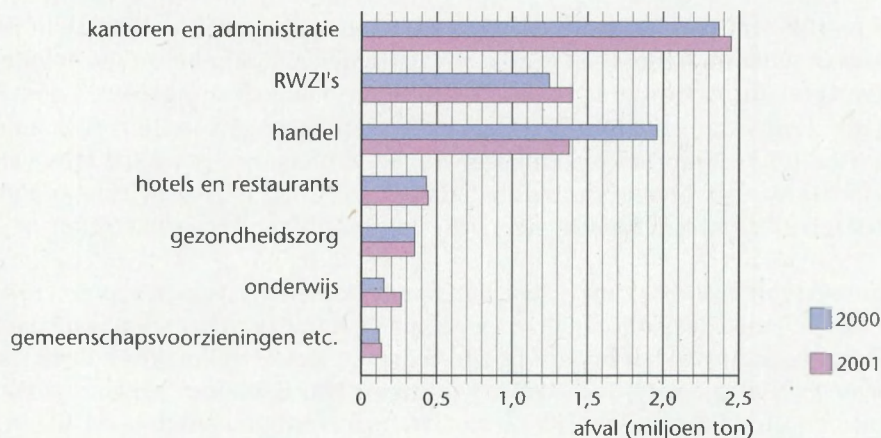
Figuur 5: Primair en secundair afval van handel & diensten voor gevaarlijk en niet-gevaarlijk afval (Vlaanderen, 1992-2001)



Voor het primair afval van handel & diensten zijn pas sinds 2000 cijfers beschikbaar.

Bron: OVAM, 2003.

Figuur 6: Primair afval van handel & diensten, per deelsector (Vlaanderen, 2000-2001)



Bron: OVAM, 2003.

Het afval van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) neemt binnen de sector handel & diensten een aparte plaats in. De RWZI's hebben als voornaamste doel het afvalwater te zuiveren. Hierbij komen grote hoeveelheden slib vrij. Verwacht wordt dat dit volume in de toekomst nog zal stijgen omdat het aantal

RWZI's in Vlaanderen nog steeds toeneemt. Tussen 1999 en 2001 was het gebruik van het RWZI-slib in de landbouw verboden in VLAREA, wegens de grote kans op verontreinigd slib. Bijgevolg werd in 2000 in Vlaanderen 69 % van het RWZI-slib (uitgedrukt in droge stof) verbrand en 31 % gestort. Dankzij nieuwe technieken is het sinds 2002 terug mogelijk om in de landbouw behandeld RWZI-slib als kalkmeststof aan te wenden. In verscheidene Europese landen wordt dit slib nog op grotere schaal in de landbouw gebruikt dan in Vlaanderen. De Europese Commissie is echter van plan om de bestaande slibrichtlijn 86/278/EEG te verstrengen. In 2002 werd het Uitvoeringsplan Slib goedgekeurd. Hiermee wil men via concrete acties en instrumenten een oplossing bereiken voor de verwerking van het rioolwaterzuiveringsslib (en ook het slib afkomstig van drinkwaterproductie, industrie en gemeentelijke riolen) (OVAM, 2002).

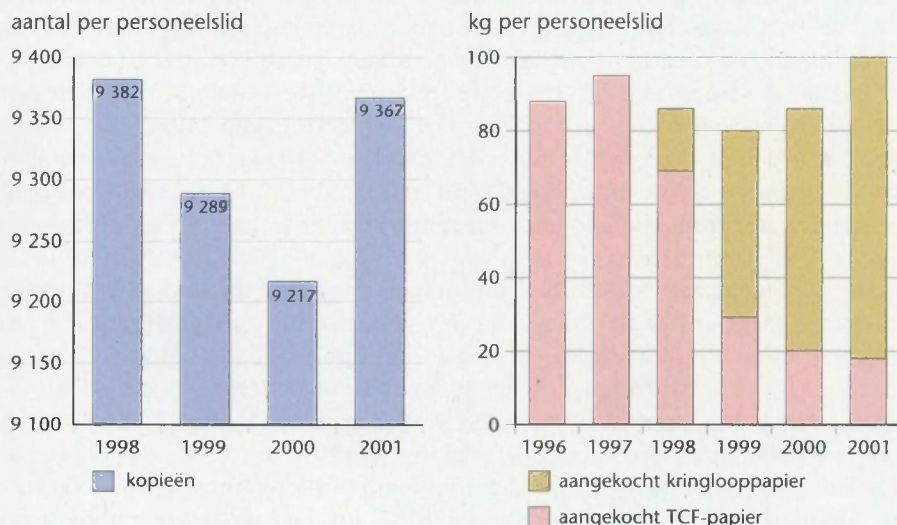
Belangrijke maatregelen voor handel & diensten zijn de nieuwe milieubeleidsovereenkomsten (MBO's) voor afvalaccu's, afvalbanden en afgewerkte olie die naar alle waarschijnlijkheid van kracht zullen zijn in 2004 in het kader van de (toekomstige) aanvaardingsplichten. Voor afgedankte voertuigen en afvalbanden werden reeds MBO's afgesloten in 1999 en 2000 (MIRA-BE, 2003). In het onderwijs werden in 2002 actieplannen opgesteld om het afval van scholen te reduceren. Veel van de acties werden in nauwe samenwerking met de verantwoordelijken voor Milieuzorg op school (MOS) uitgewerkt. In 2003 besliste de Vlaamse regering om een systeem rond milieuzorg in de Vlaamse overheid op te stellen (zie Interne milieuzorg: beleidsacties). Het Steunpunt en informatiecentrum voor preventie van afval (STIP), opgestart in 2000, richt zich o.m. op lokale overheden en beroepsfederaties en geeft informatie rond afvalpreventie en milieuvriendelijk consumeren. Bij de pilootstudie 'KeukenSchoon' werd in Vlaams-Brabant de haalbaarheid nagegaan van selectieve inzameling van composteerbaar keukenafval uit de deelsector hotels en restaurants (Provincie Vlaams-Brabant, 2002). De resultaten waren positief en het project werd voortgezet en ook opgestart in West-Vlaanderen.

In 2003 verscheen de studie 'Beste beschikbare technieken (BBT) voor de ziekenhuizen en andere verzorgingsinstellingen' met mogelijke oplossingen door preventie en andere BBT (Vito, 2003). Het onderdeel voor afvalstoffen bespreekt meer gedetailleerd luier- en incontinentieafval, restafval van fixeervloeistof en ontwikkelaar, risicohoudend medisch glasafval en organisch biologisch afval. In het kader van het GISTI-project (Gescheiden Inzameling Stimuleren) werd in 2003 een proefproject opgestart om de haalbaarheid na te gaan van een alternatief systeem voor selectieve inzameling in de rust- en verzorgingstehuizen.

— Interne milieuzorg: papiergebruik in het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

Figuur 7 (links) toont het aantal kopieën dat per personeelslid gemaakt wordt op fotokopieertoestellen in het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. De cijfers hebben geen betrekking op de toestellen in de 4 kopiecentrales van het Ministerie, noch op de toestellen in de Vlaamse Openbare Instellingen (VOI's) en de Wetenschappelijke Instellingen.

Figuur 7: Aantal kopieën op fotokopieertoestellen (links) en hoeveelheid aangekocht standaardpapier (rechts) per personeelslid met niveau A, B en C (*) (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1996-2001)



(*) Dit is exclusief personeelsleden die weinig of geen administratieve taken vervullen zoals het schoonmaak- en keukenpersoneel en arbeiders bij technische entiteiten. Het aantal personeelsleden is uitgedrukt in voltijdsequivalenten.

Bron: Afdeling Aankoopbeheer, Departement AZF.

Uit figuur 7 blijkt dat er per personeelslid jaarlijks gemiddeld zo'n 9 300 kopieën werden gemaakt in de periode 1998-2001. Het aantal kopieën daalde lichtjes in 1999 en 2000. De stijging in 2001 zorgde ervoor dat hetzelfde niveau werd bereikt dan in 1998. Sensibilisatieacties zoals affiches bij de toestellen met tips om papier te besparen, hebben nog niet tot een vermindering van het aantal kopieën geleid. Het is mogelijk dat er ook een verschuiving is naar andere manieren van documentenreproductie: printen op desktopapparatuur (laser- of inktjetprinter) of toevertrouwen van bulkwerk aan interne of externe kopie-centrales. Figuur 7 (rechts) toont in ieder geval dat de aankoop van standaardpapier - gebruikt in de fotokopieertoestellen, desktopapparatuur en kopie-centrales van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - sterk gestegen is: in 2001 werd bijna 100 kg standaardpapier per personeelslid aangekocht - vergelijkbaar met 20 000 vellen A4. Dit is zo'n 11 kg meer dan in 1996. Wel positief is dat er sinds 1998 - naast chloorvrij gebleekt standaardpapier (TCF-papier) - ook kringloop standaardpapier wordt aangekocht. Het aandeel van kringlooppapier steeg in 2001 tot 82 %. In de toekomst zal enkel nog deze papiersoort worden aangekocht.

Bij een lagere aankoopprijs wordt er een grotere voorraad aangelegd, waardoor een stijgende of dalende trend in de aankoop niet altijd een duidelijke correlatie

heeft met een stijgend of dalend papiergebruik. Het aangekochte papier moet dan ook bekeken worden in combinatie met het aantal kopieën. Uit de cijfergegevens blijkt dat ongeveer de helft van het aangekochte papier gebruikt wordt in desktopprinters of in de 4 kopiecentrales. Door het massaal installeren van PC's en desktopprinters blijkt het aantal afdrukken op deze printers gestegen. Het drukke e-mail verkeer is hier zeker niet vreemd aan. Terwijl elektronische communicatie vaak gezien wordt als een middel om aan papierbesparing te doen, blijkt dit een omgekeerd effect te hebben. Via de gemakkelijke en snelle verspreiding via e-mail worden meer mensen geïnformeerd en de e-mails, inclusief bijlagen, worden massaal geprint. In 2004 zal de afdeling Aankoopbeheer van het departement AZF het papiergebruik in kaart brengen en analyseren. Deze analyse moet resulteren in concrete acties om het papiergebruik te verminderen. Mogelijkheden zijn doorgevoerde sensibiliseringsacties, kopieerbeperkingen en het verder digitaliseren van papieren originelen in de kopiecentrales. Hierdoor hoeven geen reserve-exemplaren gemaakt worden en kunnen achteraf eenvoudig exemplaren bijbesteld worden.

Naast standaardpapier, kopen de zeven departementen van het Ministerie ook nog speciale papiersoorten aan voor specifieke toepassingen. Over de aangekochte hoeveelheden van deze speciale papiersoorten zijn geen volledige cijfers beschikbaar, maar in verscheidene departementen wordt wel een stijgende lijn waargenomen. Dit is problematisch aangezien de milieudruk bij de productie van deze speciale papiersoorten meestal significant groter is dan bij standaardpapier.

— Interne milieuzorg: beleidsacties

Project Milieuzorg Vlaamse overheid

In het kader van het *Project Milieuzorg in de Vlaamse overheid* werd in 2003 een vooronderzoek gehouden. Hierbij werd in een enquête gepeild naar de mate van milieuzorg in 110 entiteiten en subentiteiten. De entiteiten werden opgedeeld in 56 *administratieve* entiteiten (bv. meeste administraties van het Ministerie), 20 *administratief-technische* entiteiten (bv. administratie Wegen en Verkeer, VMM), 27 *technisch-administratieve* entiteiten (bv. De Lijn, Dienst voor de Scheepvaart) en 7 *technische* entiteiten (bv. subentiteit 'afdeling Vloot' van BLOSO). Bij de resultaten van het vooronderzoek dient gemeld te worden dat de subjectieve indruk van de respondent van de entiteit bepalend is voor de antwoordkeuze. Toch geeft dit vooronderzoek een indicatie over de huidige toestand. In tabel 1 zijn enkele belangrijke resultaten van het vooronderzoek opgenomen.

Tabel 1: Resultaten vooronderzoek Milieuzorg in de Vlaamse overheid

structurele verankering	• bij 35 % van de entiteiten bestaan er interne voorschriften voor milieu; • slechts 8 % heeft een volwaardig milieubeleid, d.w.z. schriftelijk vastgelegd, duidelijk gecommuniceerd én bekend bij de betrokken werknemers.
inzicht in milieuaspecten	• 32 % van de administratieve entiteiten heeft een goed tot zeer goed inzicht in de belangrijkste milieuaspecten die eigen zijn aan de entiteit; bij technisch-administratieve entiteiten is dit 71 %.
milieuoverwegingen bij aankoop en investeringen	• 80 % van de administratieve entiteiten houdt in meerdere of mindere mate bewust rekening met milieuoverwegingen bij de aankoop van materialen en producten; voor technische entiteiten is dit zelfs 100 %; • bij investeringen spelen milieuoverwegingen minder een rol: slechts 46 % bij de administratieve entiteiten (laagste); 89 % bij de technisch-administratieve entiteiten (hoogste).
sensibilisatie en betrokkenheid van werknemers	• slechts 15 % of minder (0 % in de administratieve entiteiten) van de werknemers wordt in sterke mate betrokken bij milieuzorg.

Bron: AMINAL, 2003.

In het najaar van 2003 start een communicatie- en sensibilisatiecampagne in het Ministerie en de Vlaamse Openbare en Wetenschappelijke Instellingen. Tegen einde 2003 moeten de entiteiten ook een actieplan indienen, dat jaarlijks hernieuwd wordt.

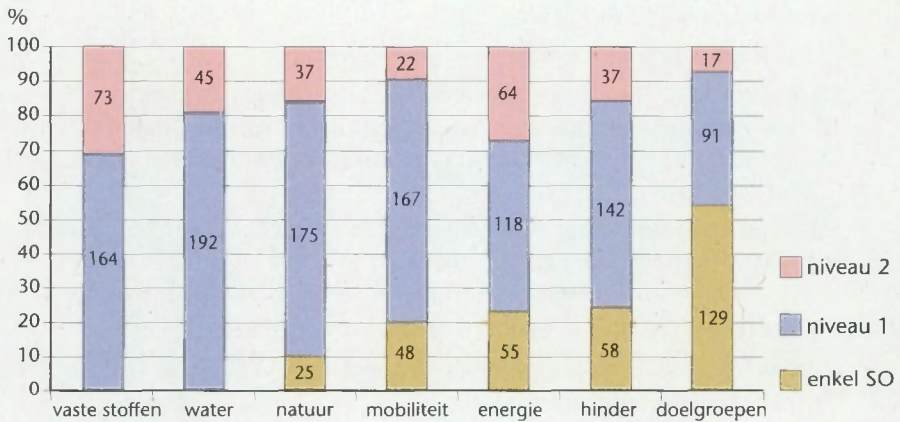
Samenwerkingsovereenkomst met lokale overheid: 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling'

Via de Samenwerkingsovereenkomst 'Milieu als opstap naar duurzame ontwikkeling' worden lokale overheden ertoe aangezet om van duurzame ontwikkeling de rode draad in hun beleid te maken. Deze overeenkomst is van start gegaan op 1 januari 2002 en wordt vrijwillig aangegaan, in principe voor twee maal drie jaar.

In de eerste plaats zal de gemeente, stad of provincie die een overeenkomst ondertekent de verbintenis aangaan om een milieubeleidsplan op te stellen, over een milieudienst te beschikken, een adviesorgaan in te stellen, een milieu-databank te onderhouden ... De Samenwerkingsovereenkomst voorziet ook dat voor een aantal domeinen - clusters genaamd - specifieke acties worden uitgevoerd. De cluster energie bevat bv. vooral acties voor een rationeel energiegebruik binnen de eigen stedelijke of gemeentelijke gebouwen. Hiervoor wordt een energiecoördinator aangeduid, een energieboekhouding opgesteld, vervolgens een energiezorgsysteem opgestart ... Voor elke cluster kunnen verschillende ambitieniveaus bereikt worden. De lokale overheid ontvangt een subsidiebedrag van de Vlaamse overheid indien een cluster gerealiseerd wordt. Hoe hoger het ambitieniveau, hoe hoger de subsidie.

In augustus 2003 hadden de 5 Vlaamse provincies en 77 % van de Vlaamse steden en gemeenten de Samenwerkingsovereenkomst ondertekend. Voor 2004 is het vooropgestelde streefcijfer 80 %. Figuur 8 toont het aantal niveaus dat door de lokale overheden per cluster werd behaald. Voor de cluster water en vaste stoffen realiseerden alle ingeschreven lokale overheden ten minste niveau 1, maar voor een stuk ook niveau 2. De cluster energie scoort het 2^e hoogste op niveau 2. Op de laatste plaats staat de cluster doelgroepen. Nog geen enkele gemeente, stad of provincie behaalde niveau 3. De cluster gebiedsgericht beleid bestaat enkel op dit niveau.

Figuur 8: Aantal intekeningen en behaalde niveaus per cluster door lokale overheden (Vlaanderen, augustus 2003)



'enkel SO' = gemeenten, steden of provincies die voor deze cluster nog geen niveau hebben behaald maar wel de Samenwerkingsovereenkomst ondertekenden.

Meer informatie is te vinden op www.samenwerkingsovereenkomst.be

Bron: Directoraat-generaal, AMINAL.



Meer informatie in het achtergronddocument Handel & diensten op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Administratie gezondheidszorg (2003) Welzijn en volksgezondheid in cijfers, Departement WVC.
- Alsema E., Nieuwlaar E. (2001) ICARUS-4: A Database of Energy-Efficiency Measures for the Netherlands, 1995-2020, Utrecht Center for Energy research, Utrecht University.
- AMINAL (2003) Directoraat-generaal, Centrale Coördinatiecél Milieuzorg, Eindverslag vooronderzoek Milieuzorg in de Vlaamse overheid.
- De Groote W., De Jonghe L., Verbruggen A. (1995) Elektriciteitsbesparing ter beheersing van de broeikasgasemissies, studie voor de Federale Staatssecretaris voor Leefmilieu, UFSIA-STEM.
- ECCP (2001) European Climate Change Programme.
- Eichhammer W. (ed.) (2003) Beheer van de Energievraag in het Raam van de door België te leveren Inspanningen om de Uitstoot van Broeikasgassen te Verminderen. Fraunhofer Institut, Oxford University, Universiteit Antwerpen, Universiteit Gent, CEA, Enerdata, IW.
- MIRA-BE 2003 (2003) Bracke R., Milieubeleidsovereenkomsten ter uitvoering van de aanvaardingsplicht. In: Van Steertegem M. (Red.) MIRA-BE 2003. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: beleidsevaluatie, VMM, Erembodegem, 215 p.
- OVAM (2002) Uitvoeringsplan Slib, Mechelen, 106 p. en bijlagen.
- OVAM (2003) Bedrijfsafvalstoffen: cijfers en trends voor productie, verwerking, invoer en uitvoer, Mechelen, 315 p.
- Provincie Vlaams-Brabant (2002), Keukenschoon, project van de provincie Vlaams-Brabant i.s.m. de Vlaams-Brabantse Kamers voor Handel en Nijverheid, Interleuven, van Gansewinkel, OVAM, VLACO, Horeca-Vlaanderen en de Vereniging voor gemeenschapsrestaurateurs, 15 p. en bijlagen.
- Vito (2003) Vercaemst P., Vandebroek A., Hoessels M., Witters H., Dijkmans R., Beste beschikbare technieken (BBT) voor ziekenhuizen en andere verzorgingsinstellingen, Academia Press via www.emis.vito.be

Lectoren

- Jules Baert, Verbond der Verzorgingsinstellingen
- Dirk Coeckelbergh, DVV Verzekeringen nv
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Anne Mie Draye, Bernard Vanheusden, Limburgs Universitair Centrum
- Erik Grietens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Lars Hegemann, APS, Departement AZF
- Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Dirk Van Braeckel, ETHIBEL vzw
- Peter Vercaemst, Vito
- Ronny Vercruysse, VMM
- Jim Williame, Ecopower cvba

1.7 Toerisme & recreatie

Mia Lammens, Raf De Bruyn, Planning & Onderzoek, Toerisme Vlaanderen
Hanne Degans, MIRA, VMM

1 Inleiding

Toerisme, reizen, recreatie en vrije tijd zijn nauw met elkaar verwant en hierdoor is het onderscheid niet altijd even duidelijk. *Toerisme* wordt hier gedefinieerd als de verplaatsing naar en het tijdelijk verblijf van mensen in een andere dan de alledaagse leefomgeving bij wijze van vrijetijdsbesteding, voor persoonlijke ontwikkeling (bv. gezondheid) of in het kader van de beroepsuitoefening (Boerjan & Lowyck, 1995). Het kan zowel over dag- als verblijfstoerisme gaan. *Recreatie* is het geheel van gedragingen die men in de vrije tijd vrijwillig onderneemt of ondergaat en waarvan verondersteld wordt dat ze primair gericht zijn op het bevredigen van de eigen verlangens naar ontspanning als levensactiviteit (Boerjan & Lowyck, 1995).

De economische betekenis en de sociale functie van toerisme & recreatie zijn groot en nemen nog toe. De bezoldigde tewerkstelling in de toeristisch-recreatieve sector in Vlaanderen bedraagt iets meer dan 100 000 personen in 2001 (excl. subsectoren vervoer) of ongeveer 5 % van de totale bezoldigde tewerkstelling in Vlaanderen (RSZ-statistieken). Daarnaast zorgen een aantal maatschappelijke trends zoals de technologische vooruitgang, de toenemende mobiliteit van de mens, de verruiming van het wereldbeeld, de toename van de vrije tijd ... voor een stijgend belang van toerisme & recreatie.

De groei van de toeristisch-recreatieve sector gaat echter gepaard met een toename van de belasting op natuur en milieu. Enerzijds vormt ruimte (liefst een aantrekkelijke en groene omgeving) een belangrijke voorwaarde voor toerisme & recreatie, maar anderzijds komt de neerslag van deze activiteiten in concurrentie te staan met andere functies zoals wonen, bedrijven, natuur, landbouw ... (Landuyt, 1999). Daarnaast veroorzaken toerisme & recreatie onder andere ook druk op het milieu door natuurbetreding en -gebruik, energiegebruik, watergebruik, afvalproductie, afvalwaterproductie, geluid, stank, uitstoot van schadelijke stoffen door transport ...

Recent worden er meer en meer inspanningen geleverd om te komen tot een evenwichtige ontwikkeling van het toerisme. *Duurzaam toerisme* streeft naar een vorm van toerisme die zowel mens, milieu en de lokale cultuur van de gast-

regio respecteert en die resulteert in een kwaliteitsverbetering waar alle betrokken partijen baat bij hebben (Infopunt Duurzaam Toerisme, 2002). *Ecotoerisme* is een specifieke vorm van duurzaam toerisme en staat voor verantwoord reizen in natuurgebieden. Deze vorm van toerisme tracht het milieu zo goed mogelijk te bewaren en het welzijn van de lokale bevolking te ondersteunen (UNEP).

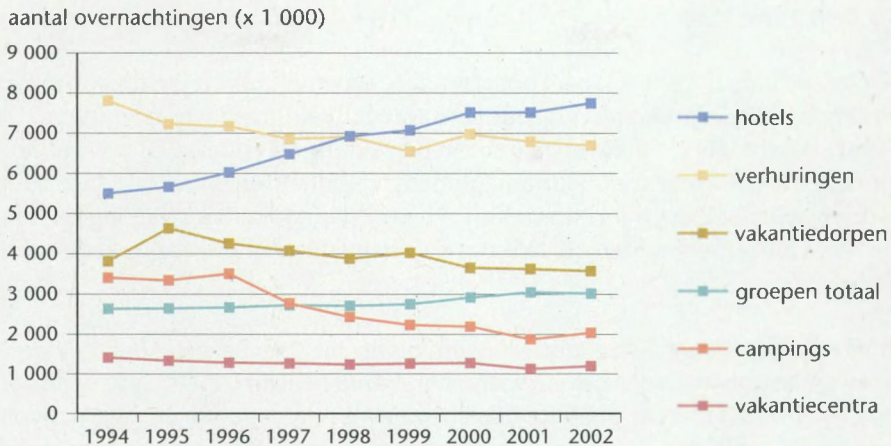
Om de milieudruk van toerisme & recreatie in Vlaanderen te kwantificeren, zijn momenteel weinig gegevens beschikbaar; de eco-effiëntie van de sector kan dus niet worden aangetoond. Het *aantal overnachtingen* in Vlaanderen (het Vlaamse Gewest) illustreert de omvang van het verblijfstoerisme. Het *ruimtegebruik* door toerisme & recreatie vormt een niet onbelangrijke milieudruk-indicator. Via de kadastergegevens wordt een schatting gemaakt van dit ruimtegebruik. Als responsindicator wordt de Blauwe Vlag en het *Europees ecolabel* 'de bloem' voor toeristische accommodatie voorgesteld.

2 Maatschappelijke activiteiten

— Aantal overnachtingen in Vlaanderen

Het aantal overnachtingen geeft een beeld van het aantal personen dat naar Vlaanderen reist in combinatie met hun verblijfsduur. In 2002 noteerde het NIS in Vlaanderen 24,3 miljoen overnachtingen. Het *aantal overnachtingen* is ten opzichte van 1994 licht gedaald. Deze overnachtingen werden geregistreerd in hotels, campings, vakantiecentra, vakantiedorpen, logies voor doelgroepen (voornamelijk jeugdlogies) en in de verhuursector. Met 67 % van de overnachtingen vormt Vlaanderen de belangrijkste bestemming voor reizigers in en naar België. Belgen nemen 60 % van de overnachtingen in Vlaanderen voor hun rekening. De overgrote meerderheid (81 %) van de buitenlandse toeristen komen uit onze buurlanden.

De twee belangrijkste logiesvormen in Vlaanderen zijn de hotels en de verhuur (figuur 1). Het aantal overnachtingen in hotels is sinds 1994 continu toegenomen (van 5,5 miljoen overnachtingen naar 7,7 miljoen in 2002). De verhuursector vertoont daarentegen een tegengestelde evolutie (van 7,8 miljoen overnachtingen in 1994 naar 6,7 miljoen overnachtingen in 2002).

Figuur 1: Aantal overnachtingen in Vlaanderen (1994-2002)

Bron: Toerisme Vlaanderen o.b.v. NIS-gegevens.

Toerisme Vlaanderen structureert zijn marketingwerking onder andere op basis van 3 macrop producten (de Kust, de Kunststeden en de Vlaamse Regio's). Statistisch omvat de Kust alle kustgemeenten, incl. Zeebrugge. Tot de Kunststeden behoren Antwerpen, Brugge, Brussel, Gent, Leuven en Mechelen. De overige steden en gemeenten worden gecategoriseerd onder de Vlaamse Regio's. Het aantal overnachtingen in 2002 voor de drie macrop producten bedraagt 29,0 miljoen, waarvan 12,7 miljoen aan de Kust, 8,0 miljoen in de Vlaamse Regio's en 8,3 miljoen in de Kunststeden (inclusief Brussel).

— Europese ecolabels

Ondanks het feit dat er voor Vlaanderen nog geen goed beeld kan gevormd worden van de milieudruk door toerisme & recreatie, worden er wel reeds publieke en private initiatieven genomen om negatieve milieugevolgen te beperken. Het mogelijk effect van de gebruikte instrumenten en maatregelen kan geïllustreerd worden met responsindicatoren. Instrumenten gebaseerd op *vrijwillige deelname* blijken een goede manier te zijn om organisaties te stimuleren milieuaspecten aan te pakken. *Ecolabels* vormen een belangrijk instrument op dit vlak. Een toeristisch ecolabel, ook wel milieukeurmerk genoemd, is een certificering die een toeristische onderneming behaalt en waaruit blijkt dat er (veel) inspanningen geleverd zijn om de impact van de toeristische activiteit op het milieu te beperken of dat de vooropgestelde basisstandaard werd behaald (Infopunt Duurzaam Toerisme). Voorbeelden van ecolabels of gelijkaardige initiatieven zijn de Blauwe Vlag, de bloem (Europees ecolabel) voor toeristische accommodatie, ECEAT (label voor logies of kamperen op milieuvriendelijke boerderijen, landerijen), Green Globe 21 (certificaat voor milieumanagement in het toerisme) ... De Blauwe Vlag is momenteel het meest voorkomende ecolabel

op het vlak van toerisme & recreatie in Vlaanderen. Sinds 2003 is er eveneens gestart met een Europees label (bloem) voor toeristische accommodaties.

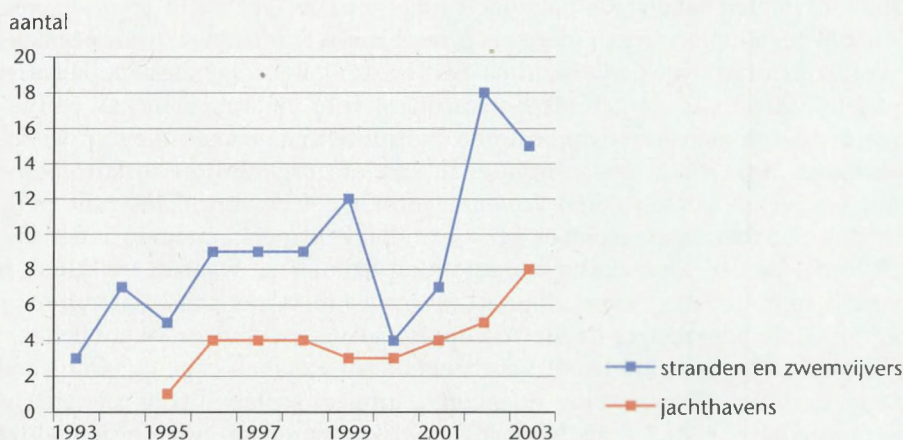
De Blauwe Vlag

De *Blauwe Vlag* is een ecolabel voor stranden, zwembad- en jachthavens met een hoge milieustandaard en goede sanitaire en veiligheidsvoorzieningen. De criteria om dit label te verkrijgen hebben betrekking op waterkwaliteit, milieueducatie en -informatie, milieumanagement, veiligheid en diensten. Sinds 2003 kunnen ook pleziervaarders (individuele beoefenaars) een Blauwe Vlag krijgen. Via een charter engageren zij zich om een bepaalde milieuge gedragscode na te leven.

Sinds 1993 is het aantal stranden en zwembad- en jachthavens met een Blauwe Vlag in Vlaanderen gestegen, wat wijst op een toenemend *milieubewustzijn* in deze sector. In 1995 en 2000 werden de gehanteerde criteria voor de stranden en zwembad- en jachthavens herzien en gewijzigd. Door het verstrengen van deze criteria daalt het aantal stranden en zwembad- en jachthavens in die jaren (figuur 2). De Blauwe Vlag voor jachthavens werd in België pas vanaf 1995 gelanceerd. De criteria voor de jachthavens zijn sinds 1998 niet gewijzigd, maar vanaf 2004 zullen er nieuwe criteria gelden.

In 2003 zijn er in Vlaanderen 15 stranden en zwembad- en jachthavens met een Blauwe Vlag. Het aantal stranden is ten opzichte van vorig jaar gedaald (3 minder). Enkele kustgemeenten verloren hun Blauwe Vlag omdat de waterkwaliteit niet meer voldeed en ze onvoldoende inspanningen leverden op vlak van milieueducatie en -informatie. Het aantal jachthavens met een Blauwe Vlag is ten opzichte van vorig jaar gestegen.

Figuur 2: Aantal instanties en uitbaters met een Blauwe Vlag (Vlaanderen, 1993- 2003)



De bloem voor toeristische accommodaties

Het *Europees Ecolabelsysteem* 'de bloem' is een instrument dat de producenten stimuleert om milieuvriendelijke producten te ontwerpen. Via dit ecolabel kan de consument op een eenvoudige manier officieel erkende groene producten herkennen en dus *milieubewust* gaan verbruiken. Naast de gewone consumentenproducten bestaat er sinds kort ook een ecolabel voor diensten, nl. de bloem voor een toeristische accommodatie.

Onder *toeristische accommodatie* wordt het volgende verstaan: alle accommodaties die, tegen betaling, logies verstrekken aan toeristen en reizigers. Deze logies vinden plaats in behoorlijk uitgeruste kamers waarin ten minste 1 bed aanwezig is. Deze accommodaties (gaande van berghutten tot grote hotels) zijn dikwijls op heel aangename maar soms fragiele plaatsen gelokaliseerd.

Een toeristische accommodatie kan een ecolabel krijgen door aan bepaalde criteria (verplichte en optionele) te beantwoorden. Deze criteria beperken de belangrijkste milieueffecten van de drie fasen van de levenscyclus van de dienst (aankoop, dienstverlening en afvalvorming). De verplichte criteria hebben betrekking op:

- het beperken van energieverbruik, watergebruik en afvalproductie;
- het stimuleren van het gebruik van hernieuwbare hulpbronnen en van stoffen die minder gevaarlijk zijn voor het milieu;
- het bevorderen van milieucommunicatie en -educatie.

De criteria voor dit nieuw label werden door de Europese Gemeenschap goedgekeurd op 14 april 2003. In september 2003 zijn er twee accommodaties waaraan het ecolabel toegekend werd, een hotel in Rhodos (Griekenland) en een hotel in Hytter (Noorwegen). In België behandelt het Belgisch Ecolabelcomité, een onderdeel van de Federale Overheidsdienst voor Leefmilieu, de aanvragen voor dit ecolabel. Tot hiertoe hebben er zich in Vlaanderen nog geen accommodaties aangemeld.

3 Milieudruk

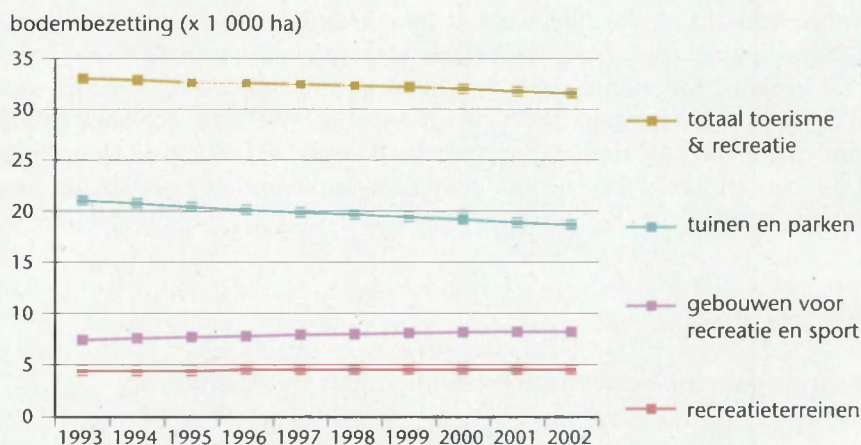
— Ruimtegebruik door toerisme & recreatie in Vlaanderen

In Vlaanderen is nog maar weinig onderzoek gebeurd naar de kwantificering van de milieudruk door toerisme & recreatie. Toch hebben de toeristisch-recreatieve activiteiten onmiskenbaar een belangrijke impact op milieu en natuur. Deze impact situeert zich op het vlak van water, lucht, bodem, lawaai, biodiversiteit, afval, ruimte en landschappelijke belevingswaarde.

Via de gegevens m.b.t. de bodembezetting wordt hier een schatting gemaakt van het *ruimtegebruik van de toeristisch-recreatieve infrastructuur*. De samenvattende statistiek 'bodembezetting' van het NIS is gebaseerd op de kadastragegevens. De rubriek '*recreatieterreinen*' (o.a. voetbalterreinen, golfterreinen, speelterreinen en speeltuinen, kampeerterreinen, zwembaden in open lucht ...) binnen de onbebouwde percelen en de rubriek '*gebouwen voor recreatie en sport*' (o.a. sportgebouwen, vakantieverblijven, theaters, bioscopen ...) zijn percelen met een toeristisch-recreatief doel. Daarnaast is er de rubriek '*tuinen en parken*', percelen die deels voor 'recreatieve' doeleinden worden gebruikt. De kans is groot dat bossen of wateroppervlakten die deel uitmaken van een groter recreatiecomplex niet geregistreerd worden onder recreatieterreinen. De drie bovenstaande rubrieken zijn in beschouwing genomen voor het bepalen van het ruimtegebruik door toerisme & recreatie.

In 2002 bedraagt het ruimtegebruik door toerisme & recreatie 316 km². Het grootste gedeelte van deze oppervlakte wordt ingenomen door tuinen en parken (188 km²). De recreatieterreinen beslaan slechts 46 km² en de gebouwen voor recreatie en sport 82,7 km². Het aandeel kadastrale oppervlakte voor toerisme & recreatie bedraagt 2,5 %. Ten opzichte van 1993 is de oppervlakte tuinen en parken gedaald met 11,3 % (figuur 3). De oppervlakte van de recreatieterreinen en gebouwen voor recreatie en sport zijn daarentegen in dezelfde periode gestegen met resp. 2,6 % en 10,7 %. In 1993 bedroeg het aandeel kadastrale oppervlakte voor toerisme & recreatie 2,6 %.

Figuur 3: Ruimtegebruik door toerisme & recreatie in Vlaanderen (1993-2002)

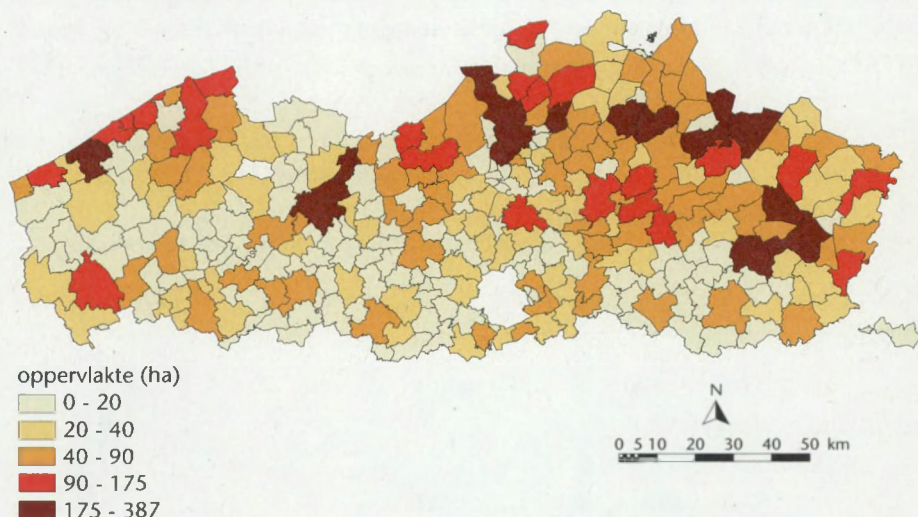


Bron: NIS.

Naast het ruimtegebruik voor toerisme & recreatie is de *ruimtelijke spreiding* ervan erg belangrijk. Gezien de parken en tuinen meestal gebruikt worden voor zachte recreatie en deze relatief groen zijn, kan gesteld worden dat de impact

van de recreatieterreinen en de gebouwen voor recreatie en sport op het milieu aanzienlijker is. De inplanting van harde toeristisch-recreatieve infrastructuur kan leiden tot versnippering, effecten op het water, de verstoring van bepaalde biotopen ... Op onderstaande figuur worden enkel de oppervlaktes van de laatste twee categorieën weergegeven (figuur 4).

Figuur 4: Ruimtegebruik van kadastrerubrieken 'recreatieterreinen' en 'gebouwen voor recreatie en sport' in Vlaanderen (2002)



Bron: Toerisme Vlaanderen o.b.v. kadastrergegevens.

De belangrijkste toeristische regio's komen op deze kaart duidelijk naar voor. De kust, de Kempen (zowel de Antwerpse als Limburgse Kempen) en de regio Hasselt-Genk. Hier situeert zich dan ook een groot aanbod aan toeristisch-recreatieve infrastructuur. Belangrijke attractieparken (o.a. Bobbejaanland in Kasterlee en Bellewaarde in Ieper), recreatiecentra (o.a. Zilvermeer/zilverstrand in Mol, Molenheide in Houthalen-Helchteren en Lilse Bergen in Lille) en recreatieve domeinen (o.a. Kelchterhoef in Houthalen-Helchteren en Bokrijk in Genk) zijn hier gevestigd. Vele recreatiecentra en domeinen omvatten eveneens een camping. Daarbovenop zijn in dezelfde regio's een aantal belangrijke vakantie-dorpen (o.a. Vossemeren in Lommel en Kempense Meren in Mol) gelokaliseerd. Antwerpen, Gent, Brugge, Mechelen en Hasselt komen ook duidelijk naar voor. Deze hebben dan ook een aanzienlijk aanbod aan zowel toeristische als recreatieve infrastructuur.



Meer informatie in het achtergronddocument Toerisme & recreatie op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Boerjan P., Lowyck E. (1995) Basisbegrippen recreatie en toerisme, TOBOS, Brussel.
- Infopunt Duurzaam Toerisme (2002) Voorstellingsfolder 'Infopunt Duurzaam Toerisme'.
- Infopunt Duurzaam Toerisme, <http://www.duurzaamtoerisme.be>
- Landuyt R. (1999) Beleidsnota Toerisme 1999-2004, Vlaamse regering, Brussel.
- Toerisme Vlaanderen, Planning & Onderzoek (1998-2002) Toerisme in cijfers, Brussel.
- Toerisme Vlaanderen, Planning & Onderzoek (1999-2000) Marktonderzoek aan de Kust, in de Kunststeden en de Vlaamse Regio's, Brussel.
- United Nations Environment Program (UNEP), <http://www.uneptie.org/pc/tourism/ecotourism/home.htm#whatisecotour>

Lectoren

- Georges Allaert, Ruimtelijke Economie en Planning, UGent
- Ina De Vlieger, Vito
- Myriam Dumortier, IN
- Walter Galle, Afdeling Natuur, AMINAL
- Griet Geudens, Infopunt Duurzaam Toerisme
- Peter Goethals, Labo Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, UGent
- Els Lowyck, WES Onderzoek & Advies
- Erik Nuyts, Onderzoekscel Architectuur, Mobiliteit en Omgeving, Provinciale Hogeschool Limburg
- Edmond Schepers, Katholieke Hogeschool Mechelen, Campus Coloma
- Koen Smeets, OVAM
- Ilse Smits, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Lieven Van Lieshout, ANRE, Departement EWBL
- Ronny Vercruysse, VMM
- Enid Zwerts, Instituut voor Mobiliteit, Limburgs Universitair Centrum

Thema's

- 2.1 Verspreiding van vluchtige organische stoffen (VOS) 137
- 2.2 Verspreiding van producten van onvolledige verbranding (POV's) 147
- 2.3 Verspreiding van zware metalen 157
- 2.4 Verspreiding van bestrijdingsmiddelen 171
- 2.5 Verspreiding van zwevend stof 183
- 2.6 Ioniserende straling 191
- 2.7 Lawaai 203
- 2.8 Stank 213
- 2.9 Lichthinder 215
- 2.10 Versnippering 217
- 2.11 Verstoring van de waterhuishouding 229
- 2.12 Vermesting 241
- 2.13 Verzuring 251
- 2.14 Fotochemische luchtverontreiniging 263
- 2.15 Aantasting van de ozonlaag 275
- 2.16 Klimaatverandering 287
- 2.17 Gebruik van grondstoffen 303

- 2.18 Beheer van afvalstoffen 313
- 2.19 Kwaliteit oppervlaktewater 323
- 2.20a Kwaliteit bodem: verontreiniging 335
- 2.20b Kwaliteit bodem: erosie 345
- 2.21 Niet-ioniserende straling 357
- 2.22 Gebruik van genetisch gemodificeerde organismen 367
- 2.23 Verspreiding van PCB's 379
- 2.24 Verspreiding van gebromeerde vlamvertragers 387

Verspreiding van vluchtige 2.1 organische stoffen (VOS)

Chantal Block, Technologische Hogeschool Groep T, Leuven

Carlo Vandecasteele, Stefan Andriessens, Afdeling Milieutechnologie, Departement
Chemische Ingenieurstechnieken, K.U.Leuven

Geert Goemans, Claude Belpaire, IBW

Patrick Roose, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

In dit hoofdstuk wordt enkel ingegaan op niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS), niet op methaan. Methaan komt in hogere concentraties voor dan NMVOS, maar heeft een lager ozonvormend vermogen en het is niet toxisch. Methaan draagt wel in belangrijke mate bij tot het broeikaseffect.

Op wereldschaal zijn de NMVOS vooral van natuurlijke oorsprong; in Vlaanderen is echter 92 % (2002) van de NMVOS-emissie van antropogene oorsprong. De NMVOS komen in de atmosfeer terecht door industriële procesemissie, industrieel en huishoudelijk gebruik van solventen (verdamping), diverse verbrandingsprocessen en uitlaatemissies van verkeer & vervoer.

De meeste NMVOS spelen een belangrijke rol in fotochemische processen (2.14 Fotochemische luchtverontreiniging). Sommige NMVOS zijn toxisch; benzeen, 1,3-butadien en vinylchloride zijn kankerverwekkend. De chloorfluorkoolstoffen (CFK's) en in mindere mate de chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK's) tasten de stratosferische ozonlaag aan (2.15 Aantasting van de ozonlaag). Samen met de HFK's dragen de CFK's en HCFK's bij tot het broeikaseffect (2.16 Klimaatverandering).

137

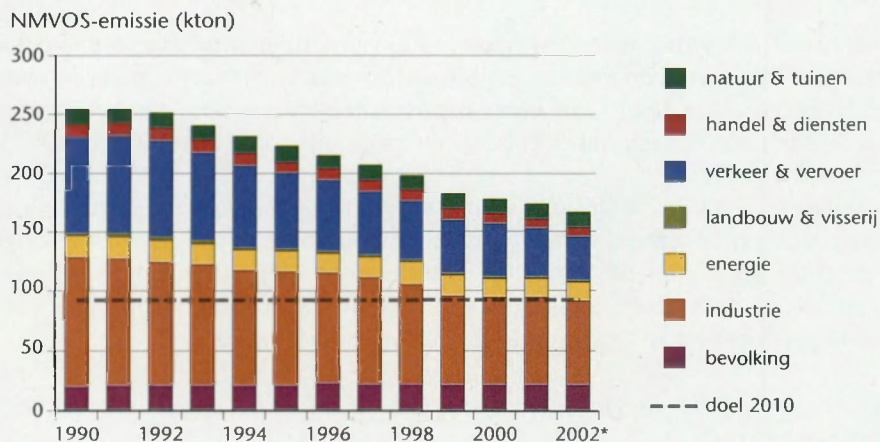
-
-  NMVOS-emissie in lucht
 -  Benzeenemissie in lucht
 -  Benzeenconcentratie in omgevingslucht
 -  NMVOS-concentratie in paling uit oppervlaktewater
 -  NMVOS-concentratie in binnenruimten
-

1 Milieudruk

— NMVOS-emissie in lucht

Figuur 1 geeft de evolutie van de NMVOS-emissie in Vlaanderen voor de periode 1990-2002. Hierbij werden de emissies van het verkeer & vervoer herberekend volgens een andere methode (een aantal inputparameters omtrent het wagenpark werden overgenomen van Vito).

Figuur 1: Evolutie van de NMVOS-emissie (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

In 2002 lag de NMVOS-emissie voor Vlaanderen 36 % lager dan in 1990. De belangrijkste doelgroepen zijn *industrie* en *verkeer & vervoer* (figuur 2).

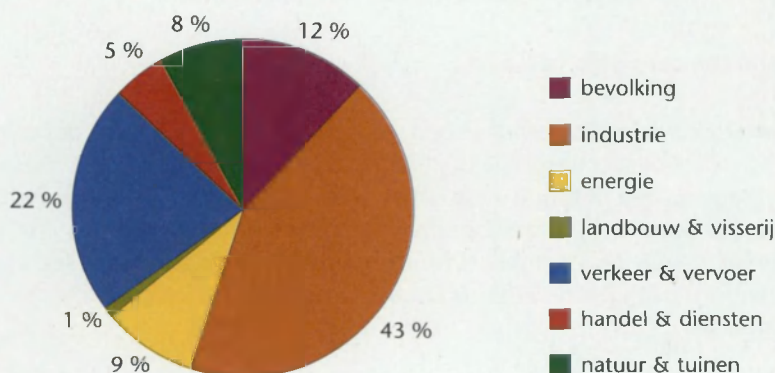
De NMVOS-emissie door de *industrie* in 2002 lag 3 % lager dan in 2001 en 36 % lager dan in 1990. Binnen de sector industrie is bijna de helft van de NMVOS-emissie afkomstig van de chemie. Andere belangrijke deelsectoren zijn de metaalverwerkende sector (17 %) en de grafische nijverheid (13 %). Voor de grafische sector is de emissiedaling van de afgelopen jaren te danken aan o.a. de invoering van watergebaseerde inkt, het gebruik van nageschakelde technieken zoals actief koolfilter en naverbranding met hoge efficiëntie. In de metaalontvetting en oppervlaktebehandeling is de emissie verminderd door de overschakeling naar minder vluchtige solventen, invoering van gesloten systemen, solventrecuperatie en afgasreiniging. In de organische bulkchemie werden nageschakelde technieken gebruikt zoals thermische of katalytische verbranding, adsorptie, absorptie en condensatie, vlottende tankdaken, damprecuperatie bij op- en overslag. Enkele bedrijven voerden het Leak Detection and Repair (LDAR) programma bij de diffuse emissies in.

De NMVOS-emissie door *verkeer & vervoer* in 2002 lag 11 % lager dan in 2001 en 55 % lager dan in 1990. Het aandeel van de sector *verkeer & vervoer* is nagenoeg volledig toe te schrijven aan het wegverkeer (96 %). Vooral personenvervoer zorgt voor een belangrijke emissie (81 %).

Voor de sector *bevolking* daalde de NMVOS-emissie in 2002 met 4 % t.o.v. 2001, maar steeg met 7 % t.o.v. 1990. De bevolking veroorzaakt vooral emissies via gebruik van lijmen, verven, reinigingsmiddelen enz. Bij de sector *handel & diensten* wordt 52 % van het totaal geëmitteerd door benzinestations.

Voor de sector *energie* is de emissie met 19 % gedaald t.o.v. 1990. Het gros van de emissie voor deze sector is afkomstig van de petroleumraffinaderijen (81 %). Niettegenstaande een stijgende capaciteit zijn de emissies in de raffinaderijen gedaald in de periode 1990-2000 dankzij o.a. de ontgassing van processen, de modificatie van het tankpark en de invoering van damprecuperatiesystemen.

Figuur 2: Aandeel van de doelgroepen in de NMVOS-emissie (Vlaanderen, 2002)



Bron: VMM.

Emissiedoelstellingen werden afgeleid uit de *EU-richtlijn Nationale Emissie-maxima (NEM)* en het Protocol van Göteborg; voor antropogene NMVOS-emissie werd dit maximum vastgelegd op 139 kton voor België tegen 2010. Voor Vlaanderen resulteert dit in een emissiemaximum van 93,1 kton (middellange-termijndoelstelling tegen 2010). Dit plafond is opgebouwd uit een indicatieve waarde van 22,2 kton voor de sector *verkeer & vervoer* en een bindende waarde van 70,9 kton voor de sectoren *industrie*, *energie*, *bevolking*, *handel & diensten* en *landbouw & visserij* samen. In 2004 worden deze plafonds mogelijks herzien. Om de doelstelling in 2010 van 93,1 kton te halen, is er een daling met 43,5 % van de huidige emissie noodzakelijk.

Om de milieu- en gezondheidsoverlast van fotochemische luchtverontreiniging in Europa op een aanvaardbaar niveau te brengen, werd door de Europese Unie voor België een emissieplafond van 102 kton NMVOS vooropgesteld. Voor Vlaanderen betekent dit een aandeel van 67 kton, wat als langetermijndoelstelling weerhouden wordt.

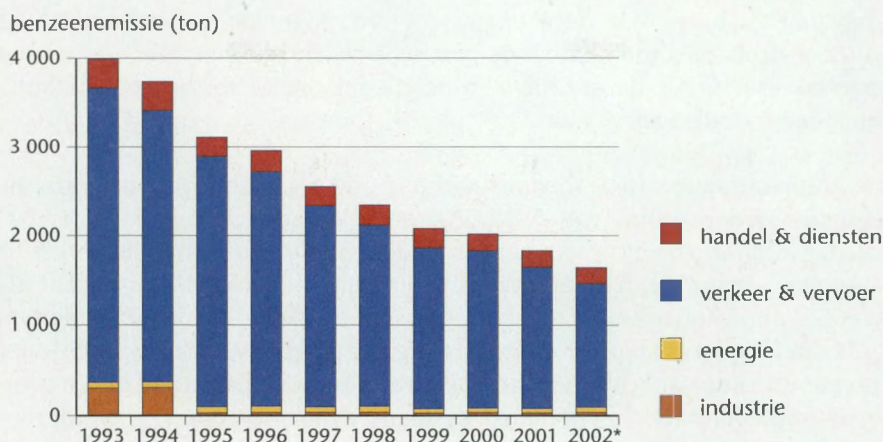
Momenteel wordt in het kader van de NEM-richtlijn een NMVOS-reductieprogramma opgesteld, waarin uiteengezet wordt hoe Vlaanderen in 2010 de NEM-plafonds zal realiseren. Dit reductieprogramma zal eind 2003 aan de Vlaamse regering ter goedkeuring worden voorgelegd.

Volgens het *Europees Milieuagentschap* lag in de EU de NMVOS-emissie in 2000 (meeste recente gegevens) 29 % lager dan in 1990. Om de NEM-norm van 6 510 kton in 2010 te bereiken moeten de 15 EU lidstaten hun NMVOS-emissies met 38 % verlagen t.o.v. 2000. De NMVOS-emissie per 100 inwoners bedroeg in 2000 voor België 2,4 ton, het vierde laagst uit de reeks van de 15 EU lidstaten na Nederland, Duitsland, en Ierland. Dit is 2 plaatsen beter dan in 1999. Volgens dezelfde studie van het Europees Milieuagentschap lagen in 2003 de NMVOS-emissies van de kandidaatlidstaten van de EU 38 % lager dan in 1990. Met uitzondering van Hongarije, de Tsjechische Republiek en Roemenië, hebben alle kandidaatlidstaten hun NEM-norm van 2010 reeds bereikt.

— Benzeenemissie in lucht

Figuur 3 toont de evolutie van de benzeenemissie in Vlaanderen voor de periode 1993-2002. De benzeenemissie in deze periode is gedaald met 59 %. Dit is vooral te danken aan een daling van de emissie van de sector verkeer & vervoer (59 % van 1993 naar 2002; 13 % van 2001 naar 2002), de belangrijkste bron van benzeen (83 %). De tweede belangrijkste bron zijn de benzinestations (sector handel & diensten) (11 %). De industrie is slechts verantwoordelijk voor 2 % van de benzeenemissie.

De daling van NMVOS- en benzeenemissie door *verkeer & vervoer* is het gevolg van het toenemend gebruik van de katalysator en de afname van het benzineverbruik met 4,5 % in 2002 t.o.v. 2001. De damprecuperatie fase I (bij laden en lossen van tankwagens in opslagtank) en fase II (tussen autotank en ondergrondse opslagtank) voor benzinestations werden in de VLAREM opgenomen. De wetgeving wordt gefaseerd van kracht afhankelijk van de capaciteit van het tankstation: 1999, 2001 en 2005 voor fase I en 2002, 2005 en 2008 voor fase II. Het toepassen van het AUTO-OIL II programma dat deel uitmaakt van het uitgebreide programma 'Clean Air for Europe' (CAFE) heeft eveneens een positieve invloed op de NMVOS-emissie.

Figuur 3: Evolutie van de benzeenemissie (Vlaanderen, 1993-2002)

* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

— Maatregelen voor NMVOS en benzeen

Om de emissie van NMVOS door de sector *verkeer & vervoer* te reduceren worden extra maatregelen uitgewerkt in het MINA-plan 3 (2003-2007). De maatregelen richten zich enerzijds op het mobiliteitsbeleid (telewerken en thuiswerken, taxistop, aanbieden van goedkope abonnementen aan werknemers, opwaardering van het openbaar vervoer ...), anderzijds op aanvullende technische maatregelen (milieuvriendelijke motorvoertuigen en brandstoffen, een verbeterde inspectie), verkeerseducatie.

In het *Mobiliteitsplan Vlaanderen Beleidsvoornemens* (principeel goedgekeurd op 17 oktober 2003) zijn maatregelen uitgewerkt om het verplaatsings- en rijgedrag, de verdeling van de reizigers over de verschillende vervoerswijzen te wijzigen. Berekeningen gesteund op dit plan, leveren een NMVOS-emissie in 2010 voor de sector verkeer & vervoer van 20 kton. Dit is beneden het indicatieve emissieplafond van 22,2 kton.

De NMVOS-emissie door de *industrie* is sinds 1999 gedaald. In de nabije toekomst wordt een verdere daling verwacht door de implementatie van de *Europese solventrichtlijn 1999/13/EG* in de VLAREM-wetgeving in 2001. Belangrijke aandachtspunten hierin zijn: meting en reductie van diffuse emissies, solventboekhouding, rapportering, substitutie van NMVOS-houdende door NMVOS-arme producten of processen, enz.

In het kader van het project '*Emissiereductiebeleid Lucht*' (MINA-plan 3) werden op basis van BBT-studies maatregelenpakketten voor industriële deelsectoren samengesteld. De BBT worden uiterlijk in 2010 verplicht via VLAREM. Voor ver-

schillende deelsectoren was er onvoldoende informatie voorhanden en worden/werden in opdracht van AMINABEL, sectie Lucht, sectorstudies uitgevoerd. Deze studies hebben als doel het emissiereductiepotentieel voor 2010 te bepalen en bovendien de economische kost hiervoor te berekenen. Wat NMVOS betreft, zijn momenteel de grafische sector, de metaalontvetting en oppervlaktereiniging, de raffinage en de chemie deelsector organische bulkchemie reeds onderzocht.

Door implementatie van de solventrichtlijn wordt tegen 2010 voor de grafische sector een verdere daling van de NMVOS-emissie verwacht met 28-38 % t.o.v. 2000. Een scenario op basis van het verder doorvoeren van emissiebeperkende maatregelen voor de metaalontvetting en oppervlaktereiniging, schat de NMVOS-emissie in 2010 op 43 % van de emissie van 2000. Voor de raffinaderijen wordt van 2000 naar 2010 een emissiedaling van 24-40 % verwacht, vooral door verdere invoering van vlottende tankdaken en damprecuperatie bij op- en overslag en implementatie van het LDAR-systeem. Van 2000 naar 2010 wordt tengevolge van een productiestijging, voor de chemische deelsector organische bulkchemie een verhoging van de emissie met 8 % verwacht. Gezien de belangrijke inspanningen in het verleden op gebied van emissiereductie en energie-optimalisatie, wordt in de nabije toekomst slechts een beperkte emissiereductie verwacht, onvoldoende om de emissiestijging door de productietoename te compenseren.

Op basis van de resultaten van de sectorstudie voor raffinaderijen, wordt voor op- en overslagactiviteiten van andere NMVOS dan benzine, een reglementering voorbereid. Begin 2003 werd een studie over de aanpak van diffuse procesemissies in chemie en petrochemie afgerond. De studie stelt een verplicht meet- en beheersprogramma voor beide sectoren.

Momenteel wordt er gewerkt aan een Europese richtlijn voor grenswaarden voor het gehalte aan vluchtige organische stoffen in decoratieve verf en vernis (fase I vanaf 1 januari 2007; fase II vanaf 1 januari 2010) en in verven voor overspuiten van wagens (vanaf 1 januari 2007) als aanvulling op de solventrichtlijn. Dit zal naast een daling van de NMVOS-emissie door de industrie ook een daling van de emissie door de sector bevolking voor gevolg hebben.

2 Milieukwaliteit

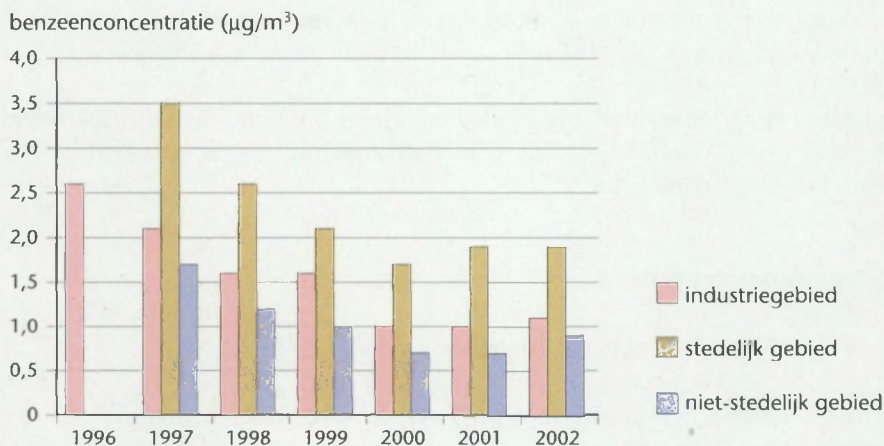
— Benzeenconcentratie in omgevingslucht

De VMM controleert de luchtkwaliteit voor 48 NMVOS op 8 meetplaatsen: in industriegebieden (Stabroek, Doel, Tessenderlo Hofstraat, Tessenderlo Dennenhof, Zelzate), in stedelijke (Borgerhout) en in niet-stedelijke gebieden (Maasmechelen en Aarschot).

Als indicator voor de aanwezigheid van NMVOS in de omgevingslucht, wordt de concentratie van benzeen gebruikt. De gemiddelde benzeenconcentratie in

bovengenoemde meetplaatsen daalde met ongeveer een factor 2 in de periode van 1996 tot 2002 en bedroeg in 2002 $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De benzeenconcentratie ligt in 2002 reeds gevoelig lager dan de MLTD van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 4: Evolutie van de benzeenconcentratie (Vlaanderen, 1996-2002)



Bron: VMM.

— NMVOS-concentratie in paling uit oppervlaktewater

De aanwezigheid van NMVOS in Vlaamse biota is weinig gedocumenteerd. In een recente studie (Roose et al., 2003) werd het voorkomen van NMVOS onderzocht in *paling* uit Vlaamse waterlopen. De *paling* is een geschikte indicator voor de aanwezigheid van pollutanten in aquatische ecosystemen. Het doel van het onderzoek was een screening van paling op de aanwezige NMVOS teneinde eventuele risico's voor mens en milieu te kunnen inschatten. Er werden 22 meetplaatsen bemonsterd, in agrarische en in dichtbevolkte en industriële gebieden. Ongeveer de helft van de geanalyseerde NMVOS (25 van 52) blijken meetbaar aanwezig in paling. BTEX (benzeen, toluene, ethylbenzeen en xyleen) zijn aanwezig in alle onderzochte stalen. Chloorbenzeen, 1,3-dichloorbenzeen, 1,2,4-trichloorbenzeen, naftaleen en chloroform zijn aanwezig in 70-90 % van de stalen en negen andere NMVOS worden in 35-60% van de palingen teruggevonden.

Het meten van NMVOS in biota is blijkbaar meer relevant dan het meten in water. In water werd op 45 meetplaatsen in totaal 31 % van de VOS gedetecteerd (17 van 55). De meest frequent aangetroffen stof (toluene) werd slechts op 5 % van de meetplaatsen aangetroffen. Gezien de geringe overeenstemming tussen bovenvermelde resultaten lijkt het noodzakelijk deze stoffen in het paling-polluentenmeetnet mee op te nemen.

De NMVOS-concentraties in paling variëren in functie van de staalnameplaats. Tussen de verschillende rivierbekkens zijn de concentraties in paling van geïndustrialiseerde en dichtbevolkte gebieden hoogst (bekkens van Dijle-Zenne en Nete). Palingen afkomstig van een agrarische omgeving (de A te Poppel) vertonen lagere concentraties. Mediaanwaarden liggen tussen 0,5 ng/g (zoals voor isopropylbenzeen) en 14 ng/g (tetrachloroetheen). Hoge meetwaarden van meer dan 30 ng/g werden gemeten voor 12 NMVOS met een maximale waarde van 700 ng/g voor 1,2-dibromo-3-chloropropaan in paling afkomstig uit het Albertkanaal te Langerlo.

De ruime verspreiding van BTEX en de vrij kleine spreiding van de meetwaarden geven indicaties dat er voor deze stoffen weinig verband is met plaatsgebonden emissiebronnen.

3 Gevolgen voor mens

— NMVOS-concentratie in binnenruimten

Mensen brengen gemiddeld 70 à 90% van hun tijd door in binnenruimten: woning, werkplaats, openbare plaatsen, binnenruimte van een wagen (E. Goelen, 2002). De *NMVOS-binnenconcentraties* worden beïnvloed door de buitenconcentratie, de mate van infiltratie van buitenlucht, de efficiëntie van ventilatie en de reactiviteit van de polluenten.

De belangrijkste bronnen van NMVOS in de binnenruimte zijn het gebruik van verfproducten en lijmen. Andere bronnen zijn: bouwmaterialen, meubels, huishoudapparaten, bureaubenodigdheden, schoonmaakproducten, menselijke activiteiten zoals roken. Benzeenconcentraties in binnenruimten liggen tussen 1 en 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eén of meerdere rokers in huis, een aanpalende garage spelen hierbij een belangrijke rol.

België beschikt over geen enkele wetgeving (noch federaal noch regionaal) voor de regeling van concentraties in binnenruimtes. Enkel de Wet Productnormen en uitvoeringsbesluiten regelen onrechtstreeks luchtpolluenten in het binnenhuismilieu. In Duitsland wordt een norm voor binnenshuis van 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ totaal NMVOS (som van honderden polluenten) gehanteerd. In de USA wordt als richtwaarden 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ totaal NMVOS gebruikt. Behalve richtwaarden worden in de USA als richtlijn voor binnenconcentraties 10 % van de TLV-waarden gehanteerd. In Europa worden de Kwaliteitsrichtlijnen Lucht van 2000 van de Wereld Gezondheidsorganisatie als binnenluchtkwaliteitsnormen gebruikt.

In 2001 werden in Mechelen twee meetcampagnes uitgevoerd (1 week in februari en 1 week in augustus) om de verspreiding van enkele NMVOS te bestuderen, de bronnen ervan te identificeren en het verband te leggen tussen omgevingslucht- en binnenruimteconcentraties. Op 60 lokaties buiten (achtergrond in de stad, gebieden met hoge verontreinigingsgraad in de stad, lande-

lijke achtergrond) werd bemonsterd en in 20 huizen werden MTBE, benzeen, toluen, xylenen en ethylbenzeen opgespoord.

Binnenruimteconcentraties voor NMVOS bleken gemiddeld 1,5 à 2,5 maal hoger dan de waarden gemeten in de buitenlucht. In woningen buiten de stad werden concentraties gemeten die gemiddeld 2 à 4 maal lager zijn dan in woningen in de binnenstad.

Tegen 2010 wordt een daling van de binnenruimteconcentraties met ongeveer 25 % verwacht. Dit zou het gevolg zijn van dalende omgevingsluchtconcentraties en van het invoeren van een aantal maatregelen ter verbetering van de kwaliteit van de lucht in binnenruimten (maatregelen i.v.m. ruimtelijke ordening, sensibilisatie om de woning voldoende te ventileren, uitrusten van woningen met actieve koolfilters ...).

Op 22 oktober 2002 deden 125 Brusselaars vrijwillig mee aan een eerste fase van het *Europese onderzoeksproject PEOPLE* (Population Exposure to Air Pollutants in Europe). Dit project wil het benzeengehalte meten in een reeks binnen- en buitenlocaties; tevens wil het persoonlijk blootstellingsniveau aan luchtvervuiling meten van inwoners in een tiental grote Europese steden in de EU-15. Volgens deze studie is de benzeenconcentratie in woningen ($6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tweemaal zo hoog als deze in de stadsachtergrond. De laagste benzeenconcentraties worden gemeten in schoolgebouwen ($1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In bars en winkels, waar tabaksrook aanwezig kan zijn, liggen benzeenconcentraties hoger ($10,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De hoogste benzeenconcentraties worden opgetekend in auto's ($27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

De blootstelling aan benzeen, de gemiddelde concentratie waaraan de burger is blootgesteld, houdt verband met de levensstijl en de omgeving van een persoon. De niet rokende sedentaire stadsbewoner die als controlegroep fungeert, vertoont het laagste blootstellingsniveau ($0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Rokers blijken blootgesteld aan $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In situaties waarin niet wordt gerookt en er geen andere bronnen van binnenluchtvervuiling zijn, is de vervoerswijze de belangrijkste factor die persoonlijke blootstelling beïnvloedt. Verplaatsing in de auto levert de grootste blootstelling ($5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$); wandelaars en fietsers zijn blootgesteld aan $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en reizigers met het openbaar vervoer aan $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van vluchtige organische stoffen (VOS) op www.milieurapport.be/AC

Referenties

- Belgische Petroleumfederatie (2002) Jaarverslag.
- Roose P., Van Thuyne G., Belpaire C., Raemaekers, M., Brinkmam U. (2003) Determination of VOCs in yellow eel from various inland water bodies in Flanders (Belgium). Journal of Environmental monitoring.
- AMINAL, Afdeling AMINABEL (2002 en 2003) Diverse sectorstudies ter evaluatie van het reductiepotentieel voor diverse pollutantemissies naar het compartiment lucht voor verschillende industriële activiteiten.
- EG-studie (2002) Population Exposure to Air Pollutants in Europe, PEOPLE-project in Brussels and Lissabon.
- Goelen E. (2002) Traffic related VOC's in Mechelen, report submitted as thesis for the degree of Master in Science, Faculty of Applied sciences, Montfort Universiteit, in opdracht van Vito.
- Vito (2003) Verkennend onderzoek inzake bepaling en beperking van niet-geleide VOS-emissies in Vlaanderen voor raffinaderijen organische basischemie en op- en overslagbedrijven.
- World Health Organisation. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, <http://www.who.int>

Lectoren

- Christof Burm, Centrum voor Milieurecht, UGent
- Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
- Bart Christiaen, Vlaamse Gezondheidsinspectie
- Els De Brabanter, Katleen Van den Berghe, Eric Wauters, VMM
- Raf De Fré, Mai Wevers, Vito
- Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie
- Birgit Dumez, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Dirk Gullentops, Figas
- Peter Hoet, Faculteit Geneeskunde, K.U.Leuven
- David Knight, Jeroen Moernaut, Tania Van Mierlo, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Guy Maes, Hogeschool West-Vlaanderen
- Marc Raemaekers, CLO
- An Van de Vel, Agoria Vlaanderen
- Elizabeth Van Eycken, Vlaamse Liga tegen Kanker
- Paul Vanhaecke, Ecolas nv
- Kim Van Tichelt, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen
- Wim Verrelst, Milieudienst, BASF Antwerpen nv
- Hugo Westyn, Electrabel
- Jan L. Willems, Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde, UGent

Verspreiding van producten van onvolledige verbranding

2.2 (POV's)

Mai Wevers, Raf De Fré, Vito

Christine Matheeußen, Immissiemeetnetten Lucht, VMM

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Verbrandingsprocessen zetten energie vrij door brandstof te oxideren met zuurstof in de lucht. In praktijk verlopen verbrandingsprocessen min of meer onvolledig zodat naast water en koolstofdioxide nog diverse 'producten van onvolledige verbranding' (POV's) gevormd worden. Vanwege hun toxiciteit en/of persistentie, zijn *koolstofmonoxide* (CO), *polycyclische aromatische koolwaterstoffen* (PAK's) en *dioxines* de voornaamste.

CO is een reukloos en smaakloos gas dat bij overmatige opname leidt tot zuurstofarmoede in het bloed. PAK's en dioxines worden hoofdzakelijk via de voeding opgenomen. Sommige PAK's, zoals benzo(a)pyreen, B(a)P, kunnen kankers doen ontstaan in het spijsverteringsstelsel en de longen. Dioxines zijn goed oplosbaar in vet en komen onder andere via melk en andere zuivelproducten terecht in de voedselketen van de mens. In hoge concentraties kunnen dioxines, naast huidaanandoeningen en lever-, maag- en darmstoornissen, ook kanker veroorzaken. Dioxines kunnen tevens effect hebben op groei, reproductie en ontwikkeling evenals op het afweersysteem en op neurologische functies.

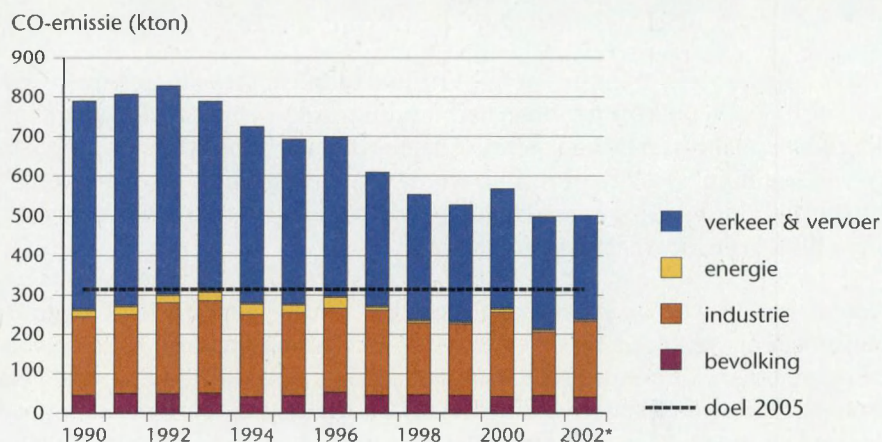
-
-  CO-emissie in lucht
 -  PAK-emissie in lucht
 -  Dioxine-emissie in lucht
 -  CO-concentratie in lucht
 -  Concentratie benzo(a)pyreen in lucht
 -  Dioxinedepositie
 -  Dioxineconcentratie in koemelk
-

1 Milieudruk

— CO-emissie in lucht

Figuur 1 geeft de evolutie van de CO-emissie door de verschillende sectoren voor de periode 1990-2002 weer.

Figuur 1: Evolutie van de CO-emissie door de verschillende sectoren (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

De CO-emissie kende van 1990 tot 1992 een toename met ongeveer 5 %, om vervolgens geleidelijk aan te verminderen tot een totaaluitstoot van 501 kton in 2002. Omdat in het verleden de emissies door het wegverkeer onderschat werden, zijn voor MIRA-T 2003 de cijfers voor deze sector herzien.

De voornaamste bronnen zijn verkeer & vervoer en industrie met in 2002 bijdragen van respectievelijk 52 % en 38,3 %. Het wegverkeer (met 51 %) en de ijzer- en staalnijverheid, de non-ferrobedrijven, de automobielassemblage en de machinebouw (samen 36 %) zijn de belangrijkste bronnen in de beide sectoren. Bevolking, meer bepaald de gebouwenverwarming, staat in voor 8,1 % van de CO-emissie. De resterende 1,6 % moet toegeschreven worden aan de sectoren energie, landbouw & visserij en handel & diensten.

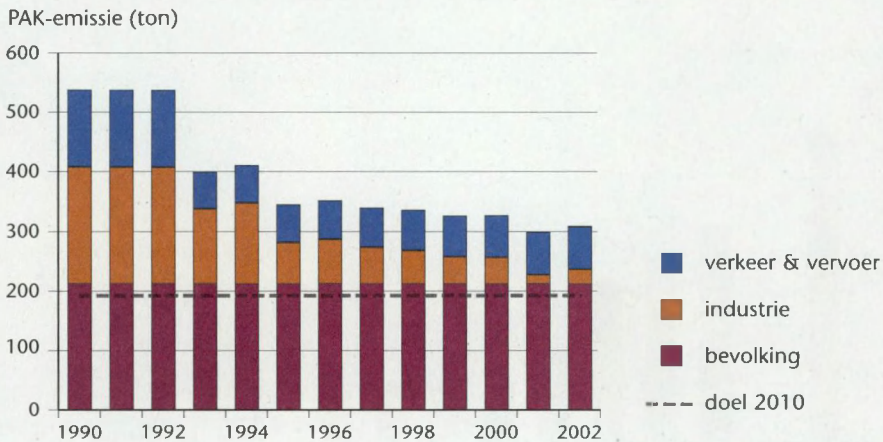
Binnen het kader van een internationale reductiestrategie voor fotochemische luchtverontreiniging stelde het MINA-plan 2 voorop om de CO-emissie ten opzichte van 1990 te reduceren met 50 % tegen 2002, met 60 % tegen 2005 en met 67 % tegen 2010. De doelstelling voor 2002 werd niet gehaald maar uit figuur 1 blijkt eveneens dat er tevens extra maatregelen nodig zijn om de verdere doelstellingen (2005 en 2010) te halen. De verstrengde CO-normering voor

voertuigen, in de vorm van Euro 4 die van kracht gaat op 1 januari 2005, zal ongetwijfeld verbetering teweeg brengen maar ook in de industrie, en vooral de ijzer- en staalsector, blijven saneringen noodzakelijk.

— PAK-emissie in lucht

De evolutie van de totale PAK-emissie in Vlaanderen wordt voor de periode 1990-2002 getoond in figuur 2. Het opstellen van een tijdsreeks blijft moeilijk door een gebrek aan consistente en volledige datareeksen. Momenteel wordt getracht om op basis van de emissiejaarverslagen van de bedrijven, de collectieve emissieregistratie en brandstofgegevens voor verkeer en gebouwenverwarming, gekoppeld aan emissiefactoren uit de literatuur, een zo volledig mogelijk overzicht op te stellen.

Figuur 2: Evolutie van de PAK-emissie door de verschillende sectoren (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: Vito.

Sinds 1993 wordt meer dan 50 % van de totale PAK-emissie toegeschreven aan de sector bevolking ten gevolge van de gebouwenverwarming op vaste brandstof. De bijdrage van andere brandstoffen is zeer beperkt. In 2002 liep dit percentage zelfs op tot 68,4 %. Een studie door Vito, in opdracht van AMINAL (Wevers, 2002), toonde aan dat de emissiefactoren voor PAK's voor typisch Vlaamse verwarmingstoestellen op vaste brandstof in goede overeenstemming zijn met de eerder gebruikte gegevens uit de literatuur (Van Rompaey, 2001) maar dat de brede spreiding in emissiefactoren blijft bestaan. Dit maakt een juiste inschatting van de werkelijke emissies zeer moeilijk.

Belangrijke bijdragen zijn tevens afkomstig van het verkeer & vervoer (22,6 %) en de industrie (7,9 %). De hout- en meubelsector heeft een totale uitstoot voor 2002 van 18 945 kg of een aandeel van 77 % van de totale industriële inbreng. Dit

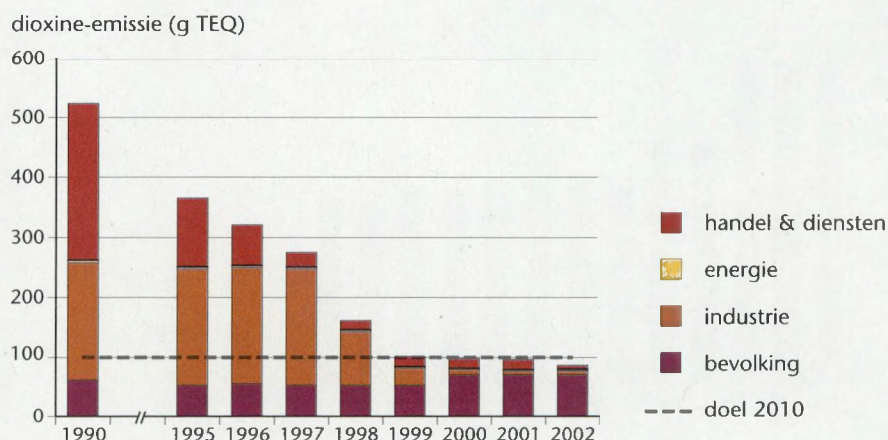
is wel bijna een halvering ten opzichte van 2000. De bijdrage van de wegenbouw, die in 1990 nog 35 % bedroeg, is sinds 1995 praktisch verwaarloosbaar door het verbod op het gebruik van teerhoudend asfalt en viel in 2002 terug op 0 (Joos, 2000).

Als middellangetermijndoelstelling (MLTD) wordt in Milieubeleidsplan 2003-2007, goedgekeurd door de Vlaamse regering op 19 september 2003, ernaar gestreefd om tegen 2010 een totale emissie van PAK's van maximum 192 ton te realiseren.

— Dioxine-emissie in lucht

De evolutie van de emissie van de 17 toxische dioxines en furanen in de lucht in Vlaanderen wordt voor de periode 1990-2002 grafisch weergegeven in figuur 3.

Figuur 3: Evolutie van de dioxine-emissie door de verschillende sectoren (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: Vito.

De bijdrage van handel & diensten kende na 1994 een sterke vermindering door drastische saneringen bij de verschillende vuilverbrandingsinstallaties. De inbreng van de industrie nam beduidend af sinds 1998 door een sterke reductie in de ijzer- en staalnijverheid. Voor de non-ferro-industrie worden vanaf 1998 de officiële cijfers uit de emissiejaarverslagen van de respectieve bedrijven gehanteerd. Over de periode 1998-2002 werd binnen deze sector een emissie-reductie met 96,7 % gerealiseerd, van 18 g TEQ in 1998 naar 0,58 g TEQ in 2002. Kabelbranderijen, behandeling van elektromotoren en dergelijke worden, bij gebrek aan degelijke informatie, momenteel niet in de inventaris opgenomen. Voor de sector bevolking zijn de gebouwenverwarming en vooral de verbranding van afval in tonnetjes en open vuren doorslaggevend. Vanaf 2000 zijn deze cijfers gebaseerd op een Vito-studie van 2001 over emissies van dioxines en

PAK's door gebouwenverwarming met vaste brandstoffen (Van Rompaey, 2001). In deze studie werden de emissies berekend op basis van emissiefactoren uit de literatuur. Deze emissiefactoren vertonen een zeer grote spreiding. Emissiefactoren bekomen op basis van een uitgebreide meetcampagne tijdens de verbranding van (tuin)afval in tonnetjes en open vuren en bij het verwarmen van gebouwen met open haarden en kachels op vaste brandstoffen, uitgevoerd door Vito in opdracht van AMINAL, situeerden zich binnen de bestaande grenzen (Wevers *et al.*, 2002). Daarom werd besloten deze 'nieuwe' emissiefactoren als aanvulling bij de beschikbare datareeks te gebruiken.

De kortetermijndoelstelling (KTD) voor dioxines is gebaseerd op een overeenkomst uit de Vierde Noordzeeconferentie waarin een reductie met 70 % ten opzichte van 1985 herbevestigd werd. Deze reductie komt overeen met een toegelaten totale emissie van 158 g TEQ/jaar hetgeen met de voorliggende cijfers sinds 1999 ruimschoots gehaald wordt. Als MLTD wordt tegen 2010 een emissieplafond van 100 g TEQ/jaar vooropgesteld, waarde die ook in het Milieubeleidsplan 2003-2007 tot doel gesteld wordt. Aan deze MLTD waarde wordt eveneens reeds sinds 1999 voldaan.

Nog overeenkomstig de Vierde Noordzeeconferentie ligt het einddoel voor de dioxine-emissie op een nulinbreng in de Noordzee binnen één generatie. Het nulobjectief zoals geïntroduceerd in de Verklaring van de Vierde Noordzeeconferentie werd overgenomen in de OSPAR strategie Gevaarlijke Stoffen (Sintra, 1998) die een nul-emissie voor dioxines vooropstelt tegen 2020. Een nul-emissie zal echter nooit bereikt worden, aangezien dioxines steeds kunnen gevormd worden. Er kan enkel naar gestreefd worden de emissies zo laag mogelijk te houden.

2 Milieukwaliteit

— CO-concentratie in lucht

Sinds begin 2002 wordt door VMM op een vijftal plaatsen in Vlaanderen de CO-concentratie gemeten in de omgevingslucht. Het gemiddelde van de dagelijks hoogste maximale concentraties over 8 uur ligt voor de verschillende meetstations tussen de 0,44 en 0,66 mg/m³. De metingen liggen reeds ver beneden de nieuwe grenswaarde voor CO van 10 mg/m³ die van kracht wordt vanaf 1 januari 2005 (Richtlijn 2000/69/EG). De voorgestelde grenswaarden zijn gebaseerd op de te verwachten gezondheidseffecten.

— Concentratie benzo(a)pyreen in lucht

Sinds 1995 meet VMM PAK's in omgevingslucht. De resultaten voor B(a)P zijn samengevat in tabel 1. B(a)P is één van de voornaamste PAK's en wordt als referentie gebruikt in diverse rapporteringen.

Tabel 1: Jaargemiddelde B(a)P-concentratie in omgevingslucht (ng/m³) op enkele meetplaatsen in Vlaanderen, 1995-2002

meetplaats	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Zelzate	0,5	1,0	0,35	0,35	0,26	0,49*	0,38*	0,53*
Zelzate centrum	-	-	-	-	0,33	0,22	0,89*	0,92*
Borgerhout	0,3	0,8	0,37	0,30	0,17	0,52*	0,54*	0,55*
Gellik	-	0,9	0,41	0,25	-	-	-	-
Zeebrugge	14,4	-	-	-	-	-	-	-
Bokrijk	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Zaventem	-	-	0,6	0,20	0,19	0,13	0,24	0,29
Kasteel van Ham	-	-	0,6	0,26	0,16	0,11	0,23	0,22
Aarschot	-	-	-	-	0,09	0,28*	0,38*	0,24*
Genk	-	-	-	-	-	-	-	0,21
Rollegem	-	-	-	-	-	-	-	0,23

* bemonsterd met een hoog-volume bemonsteraar

Bron: VMM.

Bemonstering met een hoog-volume bemonsteraar heeft tot gevolg dat er meer kleine deeltjes mee bemonsterd worden, wat kan resulteren in hogere B(a)P-concentratiewaarden.

VLAREM voorziet geen luchtkwaliteitsdoelstellingen voor PAK's. Daarom wordt momenteel de Nederlandse grenswaarde van 1 ng B(a)P/m³ gehanteerd als KTD (2002) en de richtwaarde van 0,2 ng B(a)P/m³ als MLTD (2010).

De KTD van 1 ng B(a)P/m³ werd reeds vanaf 1997 overal gehaald. Voor het naleven van de MLTD van 0,2 ng B(a)P/m³ blijven er momenteel nog problemen op alle meetplaatsen.

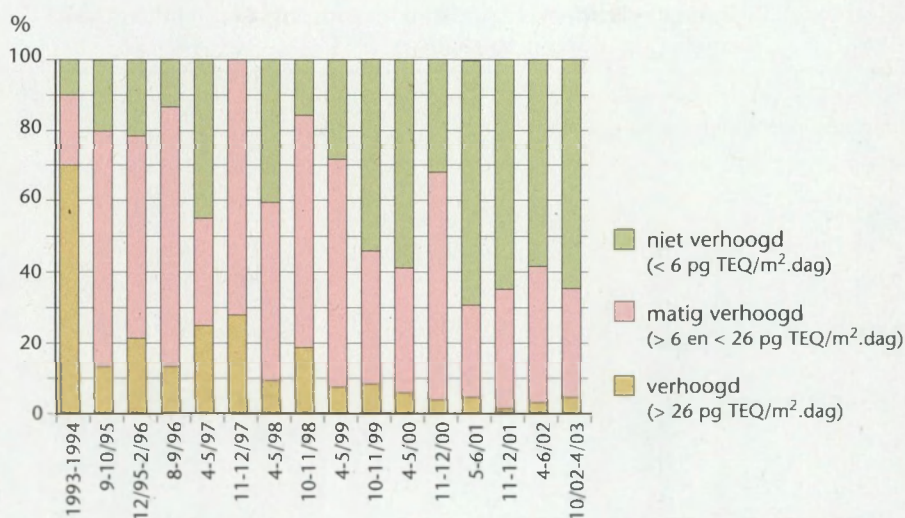
— Dioxinedepositie

Sinds 1993 wordt de dioxinedepositie één à tweemaal per jaar gemeten in opdracht van VMM. Het aantal meetplaatsen nam toe van een tiental tot meer dan 65 in 2002-2003. De hoogst genoteerde waarde van 1 025 pg I-TEQ/m².dag werd teruggevonden in Menen in 1993. Algemeen wordt een dalende tendens in functie van de tijd vastgesteld.

In Vlaanderen bestaan nog geen normen voor dioxinedepositie. VMM heeft via VLAREM echter een voorstel ingediend om dioxinedepositie-metingen te beoordelen (verhoogd: > 26 pg TEQ/m².dag; matig verhoogd: > 6 en < 26 pg TEQ/m².dag; niet verhoogd: < 6 pg TEQ/m².dag).

In figuur 4 wordt de trend van het aantal niet, matig en verhoogde waarden tijdens de verschillende meetcampagnes voorgesteld.

Figuur 4: Niet, matig en verhoogde dioxinedepositiewaarden (Vlaanderen, 1993- 2003)



Bron: VMM.

In 1993 waren 70 % van de metingen verhoogd, in 2002-2003 bedroeg het percentage van de verhoogde metingen minder dan 5 %.

3 Gevolgen voor mens en natuur

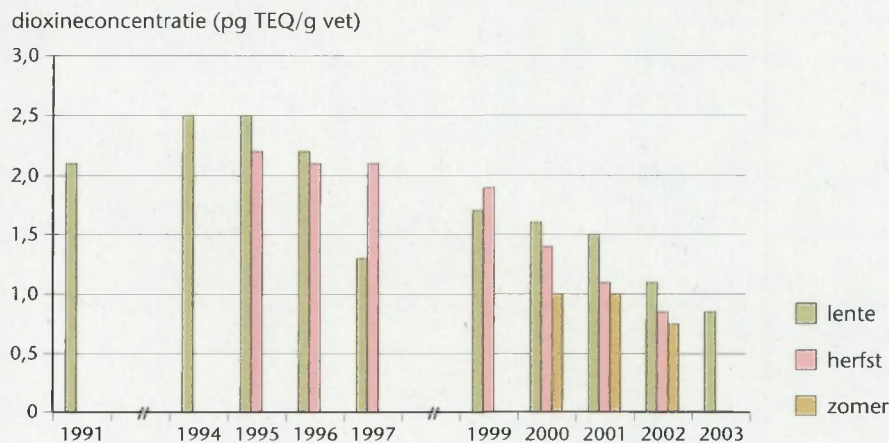
— Dioxineconcentratie in koemelk

Dioxines in koemelk zijn een goede indicator voor de plaatselijke belasting. Er zijn twee categorieën metingen. Enerzijds gebeuren analyses op mengstalen die per provincie bereid worden op basis van drie ophaalbeurten. Anderzijds zijn er gerichte meetcampagnes op koemelk van hoeves in de omgeving van mogelijke vervuiliingsbronnen. De cijfers tonen aan dat er slechts beperkte regionale verschillen voorkomen. De gemiddelde concentraties in mengstalen voor heel Vlaanderen worden voor de periode 1991-2003 weergegeven in figuur 5. Bij deze figuur moet worden opgemerkt dat vanaf 2000 bij de omrekening gebruik gemaakt werd van de WGO-TEF waarden en niet langer van de I-TEF's.

Sinds juni 2002 wordt in de mengmelk tevens het gehalte aan dioxine-achtige PCB's, dit is de som van de non-ortho en mono-ortho PCB's bepaald. Deze analyse resulteerde in een gemiddelde voor de Vlaamse mengmelken van respectievelijk 1,37 pg WGO-TEQ/g vet voor de zomer 2002, 2,18 pg WGO-TEQ/g vet voor de winter 2002 en 1,56 pg WGO-TEQ/g vet voor de lente 2003. Deze waarden moeten in principe worden opgeteld bij de TEQ waarden van de 17 dioxines

en furanen vooraleer te toetsen aan de opgelegde norm. In figuur 5 is dit niet gebeurd om vergelijking met de voorgaande jaren mogelijk te maken.

Figuur 5: Evolutie van de gemiddelde dioxineconcentratie in het vet van koemelk (Vlaanderen, 1991-2003)



Bron: Ministerie van Landbouw.

Sinds 1 juli 2002 is het verboden om melk in de handel te brengen wanneer het gehalte aan dioxines hoger is dan 3 pg WGO-TEQ/g vet (Verordening (EG) nr. 2375/2001). Wanneer voor 2002 en 2003 de som gemaakt wordt van de dioxines en de dioxine-achtige PCB's blijkt dat de Vlaamse mengstalen de strengste grenswaarde net niet overschrijden.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van producten van onvolledige verbranding (POV's) op www.milieurapport.be/AG

Referenties

Joos P., UIA (2000) Stofstromen naar de Noordzee, PAK's.

Van Rompaey H., De Fré R., De Spiegeleer E., Polders C., Vanderstraeten P., Wevers M. (2001) Emissies van dioxines en PAK's door gebouwenverwarming met vaste brandstoffen, Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL/Afdeling Algemeen Milieubeleid, ref. 2001/IMS/R/059.

Wevers M., De Fré R. (2002) Meetcampagnes dioxines en PAK's: emissies door open vuren, open tonnetjes, kachels en allesbranders en analyses van roetstalen uit schouwen, Studie uitgevoerd in opdracht van AMINAL/Afdeling Algemeen Milieubeleid, ref. 2002/MIM/R/108.

Lectoren

Stefan Acke, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Miet D'heer, Sofie Van Volsem, VMM

Luc De Bock, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Dirk Gullentops, Figas

Peter Hoet, Faculteit Geneeskunde, K.U.Leuven

Jan Kegels, Umicore

Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Bart Naessens, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Marc Raemaekers, CLO

Patrick Van den Bossche, Agoria Metalen & Materialen

Hugo Westyn, Electrabel

Jan L. Willems, Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde, UGent

Verspreiding van zware 2.3 metalen

Johan Nouwen, Pierre Geuzens, Vito

Elly Den Hond, Tim Nawrot, Jan Staessen, Departement Cardiovasculair en
Moleculair Onderzoek, K.U.Leuven

Geert Goemans, Claude Belpaire, IBW

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Arseen (As), cadmium (Cd), chroom (Cr), kwik (Hg), lood (Pb), koper (Cu), nikkel (Ni) en zink (Zn) zijn van nature aanwezig in vrijwel alle bodems, in gehalten afhankelijk van de mineralogische samenstelling van de bodems en van de optredende verweringsprocessen. Deze stoffen behoren tot de groep van de zware metalen, metalen en metalloïden. Voor de eenvoud in de tekst worden deze stoffen in het vervolg als zware metalen aangeduid.

Emissie van zware metalen in lucht :

 As, Cd, Cr, Pb

 Cu, Ni, Zn, Hg

Emissie van zware metalen in oppervlaktewater:

 As, Cd, Cr, Hg, Ni

 Cu, Pb, Zn

Concentratie van zware metalen in lucht:

 Pb, Hg

 As, Cd, Ni

Concentratie van zware metalen in oppervlaktewater:

 As, Cd, Cr, Hg,

 Cu, Ni, Zn, Pb

 Concentratie van zware metalen in bloed en urine

 Bioaccumulatie van zware metalen in paling

Antropogene verspreiding van zware metalen in het milieu gebeurt vooral via lozing in de lucht onder de vorm van stofdeeltjes en door lozing in het oppervlaktewater. Zware metalen komen hoofdzakelijk op en in de bodem terecht door atmosferische depositie, het storten van afvalstoffen of het gebruik van meststoffen. Ze kunnen na doorsijpeling het grondwater bereiken of via afspoeiing het oppervlaktewater verontreinigen. Zware metalen in oppervlaktewater kunnen zich snel neerzetten op het bodemmateriaal. Vanuit het sediment treedt een langdurige nalevering van metalen naar het oppervlaktewater op. Zware metalen kunnen ook opgenomen worden door planten en dieren. Aan gezien ze niet afbreekbaar zijn, worden ze in het milieu geaccumuleerd.

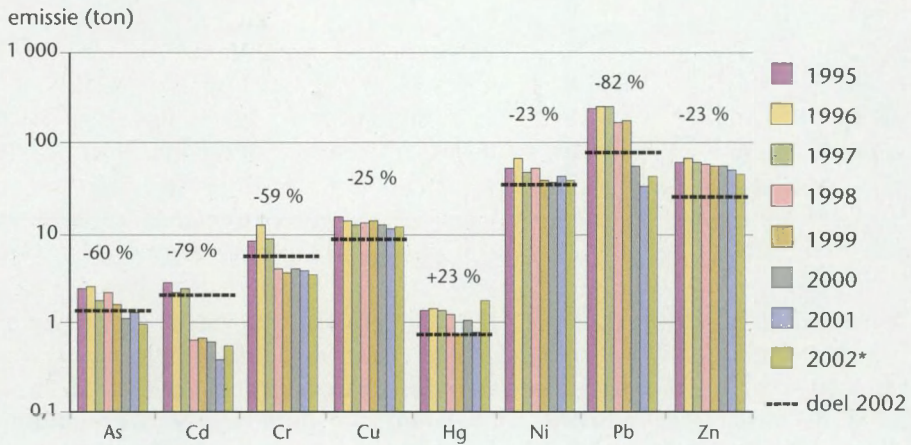
De mens neemt zware metalen op door inademing, door opname van water en voedsel of via hand-mond-contact (bij kinderen). Sommige elementen zijn in kleine concentraties onmisbaar voor de mens en andere levende wezens. Bij hogere concentraties kunnen ze echter toxische effecten teweegbrengen.

1 Milieudruk

— Emissie van zware metalen in lucht

Figuur 1 toont de emissie van de diverse zware metalen in de lucht voor de periode 1995-2002. De logaritmische schaal van de grafiek leidt tot een visuele onderdrukking van de gerealiseerde verminderingen. De cijfers van de laatste drie jaren wijzen enigszins op een stabilisatie van de toestand. De verslechterde toestand voor Hg is voornamelijk het gevolg van de hogere rapportering voor emissies door de elektriciteitscentrales. Deze verhoogde emissie moet enigszins genuanceerd worden. Het onzekerheidsinterval van de gerapporteerde emissies varieert immers van 18 tot 1 050 kg/jaar ten gevolge van problemen met betrekking tot de meetgevoeligheid. In figuur 1 werd gebruik gemaakt van de bovengrens van dit onzekerheidsinterval.

Figuur 1: Emissie van zware metalen in lucht en gerealiseerde emissie-reductie (%) in 2002 ten opzichte van het referentiejaar 1995 (Vlaanderen, 1995-2002)



* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

Zoals vooropgesteld in MIRA-S 2000 diende in 2002 aan de KTD (50 % reductie t.o.v. 1995) voldaan te worden. De MLTD (70 % reductie t.o.v. 1995) dient gerealiseerd te worden einde 2010. De KTD werd gerealiseerd voor As, Cd, Cr en Pb. Voor Cu, Hg, Ni en Zn werd de KTD niet gehaald. Cd en Pb zijn de enige metalen waarvoor nu reeds de MLTD gehaald wordt.

In de periode 1985-1999 werd door de verschillende Noordzeelanden gemiddeld een reductie van 80 % voor Cd, 80 % voor Hg, 47 % voor Ni en 96 % voor Pb gerealiseerd (EEA, 2003). In Vlaanderen werd de emissie van deze metalen over dezelfde periode met respectievelijk 94 %, 90 %, 47 % en 84 % teruggedrongen. De reductiepercentages reflecteren de introductie van minder milieubelastende technologieën. Voor de emissie naar de lucht scoort Vlaanderen - behalve voor Pb - dus beter dan het gemiddelde van de Noordzeelanden.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de procentuele bijdrage van de verschillende sectoren tot de emissie van zware metalen naar de lucht in 2002. De industrie, het verkeer & vervoer en de energiesector nemen samen het belangrijkste deel van de emissie voor hun rekening.

Tabel 1: Procentuele bijdrage van de verschillende sectoren tot de emissie van zware metalen in de lucht (Vlaanderen, 2002)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
bevolking	0	0	0	0	0	0	2	0
industrie	84	76	63	27	36	57	79	86
energie	8	10	28	3	60	42	1	3
landbouw & visserij	0	0	0	0	0	0	1	0
verkeer & vervoer	0	9	7	70	0	1	17	11
handel & diensten	8	5	2	0	4	0	0	0

Bron: VMM.

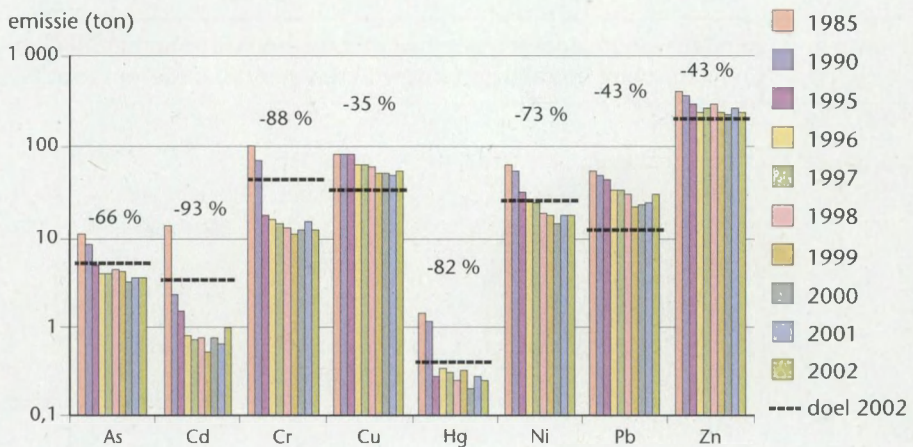
Belangrijke Hg- en Ni-emissies zijn momenteel afkomstig van de energiesector (voor Hg vooral elektriciteitscentrales). In het verleden (referentiejaar 1995) was bijna 80 % van de Ni-emissie nog van industriële oorsprong. Voor As, Cd, Pb en Zn is de basismetaalindustrie de belangrijkste bron. Huisvuilverbranding draagt algemeen genomen maar zeer beperkt bij tot de emissie van zware metalen naar de lucht. Het verkeer & vervoer is verantwoordelijk voor 70 % van alle Cu-emissie terwijl in 1995 de Cu-emissie nog voornamelijk toe te schrijven was aan de industrie. De Pb-emissie door het verkeer is de laatste jaren sterk afgenomen ten gevolge van het stopzetten van de verkoop van Pb-houdende benzine. Op dit ogenblik is de industrie de belangrijkste bron van Pb-emissie in de lucht.

Het MINA-plan 3 (2003-2007) wenst de metaalemissies van het verkeer & vervoer te reduceren door een aantal technische en niet-technische maatregelen. Voor de puntbronnen naar lucht worden in eerste instantie sectorstudies gepland om het reductiepotentieel vast te leggen voor de prioritaire sectoren elektriciteit, ferro en non-ferro, chemie en raffinaderijen.

— Emissie van zware metalen in oppervlaktewater

Figuur 2 toont emissie in het oppervlaktewater voor de jaren 1985, 1990 en de periode 1995-2002. Hieruit blijkt dat de vracht van de meeste metalen in oppervlaktewater een gestage dalende trend vertoont sedert 1985. De laatste jaren is er evenwel geen verbetering meer.

Figuur 2: Emissie van zware metalen in oppervlaktewater en gerealiseerde emissiereductie (%) in 2002 ten opzichte van het referentiejaar 1985 (Vlaanderen, 1985-2002)



Bron: MNZ, 1995; EPAS, 1995; Aquafin; VMM.

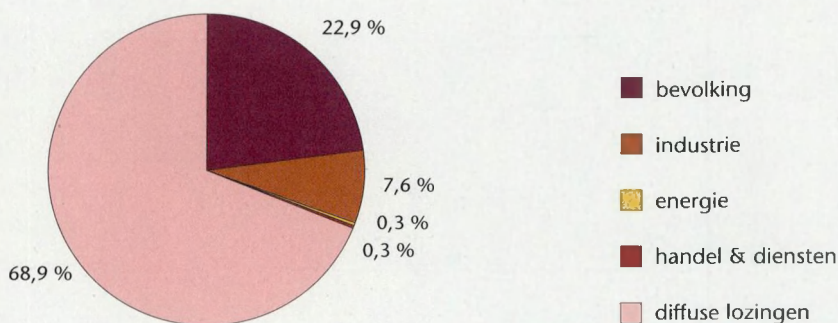
Als KTD werd een reductie van 50 % voor de emissie van As, Cr, Cu, Ni en Zn en 70 % voor de emissie van Cd, Hg en Pb tegen einde 2002 vooropgesteld ten opzichte van het referentiejaar 1985. De MLTD omvat een verdere halvering van de emissie van het niveau 1998 in 2010 (MIRA-S 2000). De KTD wordt einde 2002 met uitzondering van Cu, Pb en Zn gerealiseerd voor de overige vijf zware metalen. Voor Cd en Cr wordt nu reeds aan de MLTD beantwoord. Bij de toetsing aan de reductiedoelstellingen mag niet uit het oog verloren worden dat er een relatief grote onzekerheid bestaat over de omvang van de diffuse emissies.

In de periode 1985-1999 werd door de verschillende Noordzeelanden gemiddeld een reductie van 91 % voor Cd, 33 % voor Cu, 88 % voor Hg en 98 % voor Pb gerealiseerd (EEA, 2003). In Vlaanderen werd de emissie over dezelfde periode voor deze metalen met respectievelijk 96 %, 37 %, 77 % en 60 % teruggedrongen. Deze reductiepercentages zijn een indicatie voor o.a. de verbeterde efficiëntie van de afvalwaterzuivering.

Een beeld van de herkomst van de lozingen wordt bekomen op basis van metaalequivalenten (figuur 3). Daarbij wordt de emissie van de diverse zware metalen bij elkaar opgeteld met een wegingsfactor evenredig met hun milieutoxiciteit. Diffuse lozingen kunnen enkel geraamd worden op basis van een globale balans of op basis van algemene emissiefactoren. De diffuse lozingen bedragen naar schatting ongeveer 70 % van de totale emissie en vormen daarmee de belangrijkste belasting van het oppervlaktewater. Het aandeel van de industriële lozingen is beduidend lager dan de huishoudelijke lozingen.

Naarmate industriële en huishoudelijke afvalwaters meer worden gezuiverd, zullen de diffuse lozingen relatief nog in belang toenemen. Op basis van de huidige kennis kan de emissie afkomstig van deze bronnen slechts benaderend geschat worden.

Figuur 3: Aandeel van de doelgroepen in de totale emissie (metaalequivalenten) van zware metalen in oppervlaktewater (Vlaanderen, 2002)



Bron: MNZ, 1995; EPAS, 1995; Aquafin; VMM.

Naar aanleiding van de bekkengerichte kwantificering van diffuse verontreiniging van oppervlaktewater met zware metalen werden de relatieve bijdragen van de diverse diffuse bronnen geactualiseerd. Tabel 2 geeft voor enkele diffuse lozingen een raming naar herkomst voor het referentiejaar 2001. Een aantal mogelijk relevante bronnen (o.a. corrosie van scheepsanodes, drainage van landbouwgronden, bestrijdingsmiddelen huishoudens ...) vereisen verder onderzoek.

In het MINA-plan 3 behoort de vermindering van de emissie door diffuse bronnen tot de prioriteiten, evenals de eliminatie van kwik en cadmium. Een beleidsnota wordt voorbereid en uitgevoerd inzake de aanpak van diffuse verontreiniging door metalen. Ze zal als basis dienen om voorstellen inzake productnormen te formuleren aan de federale overheid en te overleggen met overheden en betrokkenen zoals de bouwsector, de consumenten en de landbouw. De aanpak van de puntbronnen naar water kadert in het geldende Reductieprogramma Gevaarlijke stoffen waarvoor een regelmatige actualisatie en bijsturing is gepland. De inhoud van de eerstvolgende bijsturing is echter mede afhankelijk van de voorschriften van de Europese Commissie die momenteel nog in opmaak zijn.

Tabel 2: Procentuele bijdrage van enkele gekende diffuse bronnen tot de diffuse lozingen van zware metalen in het oppervlaktewater (Vlaanderen, 2001)

diffuse bron	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
niet sectorspecifiek								
corrosie bouwmaterialen				6			2	
houtverduurzamingsmiddelen	11		1	23				
depositie	51	11	22	1				
bodemerosie, uit- en afspoeling	27	7	9	2	9	4	6	1
landbouw & visserij								
meststoffen		1		4	2	1		1
bestrijdingsmiddelen				1				
verkeer & vervoer								
dooimiddelen						4		
slijtage autobanden			1					2
lekverliezen motorolie								1
slijtage trams en treinen			5					
aangroeiwerende producten			28					
handel & diensten								
tandartsen					9			
toerisme & recreatie								
pleziervaart				1				
jachtsport							10	

Bron: Callebaut K. *et al.*, 2003; Callebaut K. *et al.*, 2001.

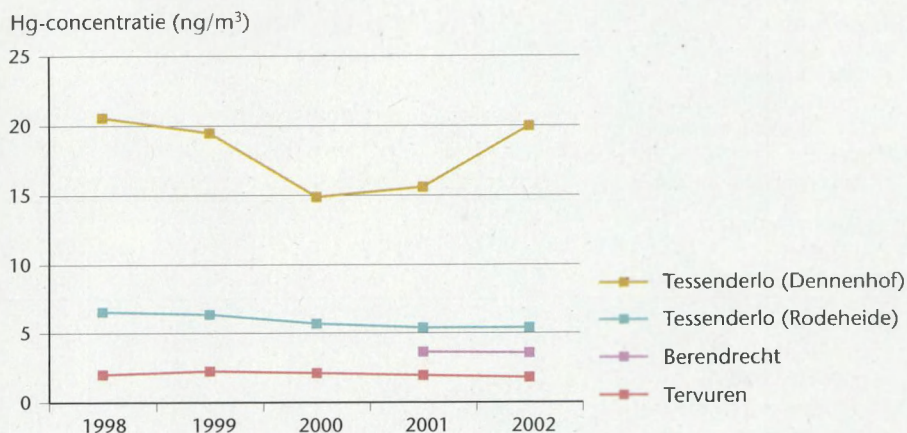
2 Milieukwaliteit

— Concentratie van zware metalen in lucht

De concentratie van zware metalen in de lucht wordt opgevolgd door middel van het meetnet zware metalen van VMM. De meetposten zijn voornamelijk geconcentreerd in probleemgebieden (o.a. in nabijheid van basismetaalbedrijven) waar ze een bewakingsfunctie vervullen. In de omgeving van ferro- en non-ferro bedrijven worden in zwevend (As, Cd, Hg, Ni en Pb) en neervallend stof (As, Cd, Cu, Pb en Zn) verhoogde concentraties gemeten in vergelijking met stedelijke gebieden en achtergrondgebieden.

De grenswaarden (jaargemiddelden) van VLAREM II voor Cd ($0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en Pb ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in omgevingslucht worden nergens overschreden. De algemeen dalende trend van de Pb-concentraties in omgevingslucht, zette zich in 2002 in alle stations verder. In figuur 4 is de jaargemiddelde concentratie voor Hg in omgevingslucht in industriële (Tessenderlo-Dennenhof, Tessenderlo-Rodeheide en Berendrecht) en residentiële (Tervuren) gebieden voorgesteld. In Tessenderlo-Dennenhof worden significant hogere kwikconcentraties in de omgevingslucht waargenomen.

Figuur 4: Jaargemiddelde concentraties van Hg in omgevingslucht (Vlaanderen, 1998-2002)



Bron: CODA.

In MIRA-S 2000 werden KTD geformuleerd voor As (25 ng/m^3), Cd (10 ng/m^3), Ni (25 ng/m^3) en Pb ($2\,000 \text{ ng/m}^3$) in omgevingslucht. De WGO vermeldt voor Hg in omgevingslucht een advieswaarde van $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ als jaargemiddelde (MLTD). De KTD's, te realiseren tegen einde 2002, worden niet overal gehaald voor As, Cd en Ni, maar wel voor Pb. De MLTD voor Hg te behalen tegen einde 2010, wordt nu reeds overal bereikt.

De depositiemeetgegevens (neervallend stof) wijzen op een stabilisatie van de toestand. In dit kader dient opgemerkt te worden dat de gemeten depositie zowel door schoorsteenemissie als door niet-geleide emissie veroorzaakt wordt. De gemiddelde Pb-depositie in Hoboken bedraagt $2,22 \text{ mg/m}^2\cdot\text{dag}$ en blijft daarmee beneden de VLAREM-grenswaarde ($3 \text{ mg/m}^2\cdot\text{dag}$). In 9 van 30 meetstations wordt deze grenswaarde echter nog steeds overschreden. Behoudens enkele probleemgebieden in de omgeving van non-ferro bedrijven voldoen de jaargemiddelde deposities van Pb en Cd aan de (strengere) richtwaarden. In Hoboken wordt deze richtwaarde voor Pb ($0,250 \text{ mg/m}^2\cdot\text{dag}$) nog bijna overal overschreden. Overschrijdingen van de richtwaarde zijn er eveneens in Kruibeke (jaargemiddelde Pb-depositie $0,39 \text{ mg/m}^2\cdot\text{dag}$). In de nabijheid van non-ferro bedrijven wordt ook de richtwaarde voor Cd-depositie van $0,020 \text{ mg/m}^2\cdot\text{dag}$ niet altijd gehaald.

Het voorstel van de vierde dochterrichtlijn van de Kaderrichtlijn Lucht is afgezwakt ten opzichte van vroegere voorstellen die nog grenswaarden of streefwaarden voor de zware metalen bevatten. De voorgestelde richtwaarden zijn 6 ng/m^3 voor As, 5 ng/m^3 voor Cd en 20 ng/m^3 voor Ni. Met zekerheid kan gesteld worden dat in industriële omgeving (non-ferro- en ferro-bedrijven) overschrijding zal plaatsvinden. Als belangrijkste doelstelling geldt dat deze metalen in

omgevingslucht moeten gemeten en gerapporteerd worden in het bijzonder in de directe omgeving van zwarte punten. In gebieden waar deze richtwaarden overschreden worden, moeten de lidstaten een permanent dicht meetnetwerk opzetten. De saneringsplannen zoals voorzien in het MINA-plan 3 moeten verder geconcretiseerd worden voor de stoffen (o.a. As, Cd, Hg en Ni) van de dochterrichtlijnen van de EU Kaderrichtlijn Lucht.

Het LRTAP-protocol beoogt de aanpak van het grensoverschrijdend transport van metalen en in het bijzonder de eliminatie van Cd en Hg. Deze zullen in de stofspecifieke maatregelenprogramma's extra aandacht krijgen en op het overleg met de federale overheid aangekaart worden gezien de eliminatie van Cd en Hg nauw verbonden is met het federale beleid inzake productnormering. Er komen op Vlaams niveau initiatieven om deze stoffen te vervangen in processen. Internationaal bestaat momenteel een brede basis om een vernieuwd stoffenbeleid op te enten. Om dit te funderen moet de stofstroomanalyse, welke in Vlaanderen totnogtoe enkel uitgevoerd werd voor Cd en Cr, verder operationeel gemaakt worden en is uitbreiding hiervan naar de andere zware metalen wenselijk. Tevens is een nieuwe grenswaarde voor Pb in PM₁₀-stof van 0,5 µg/m³ die vanaf 1 januari 2005 dient gerespecteerd te worden.

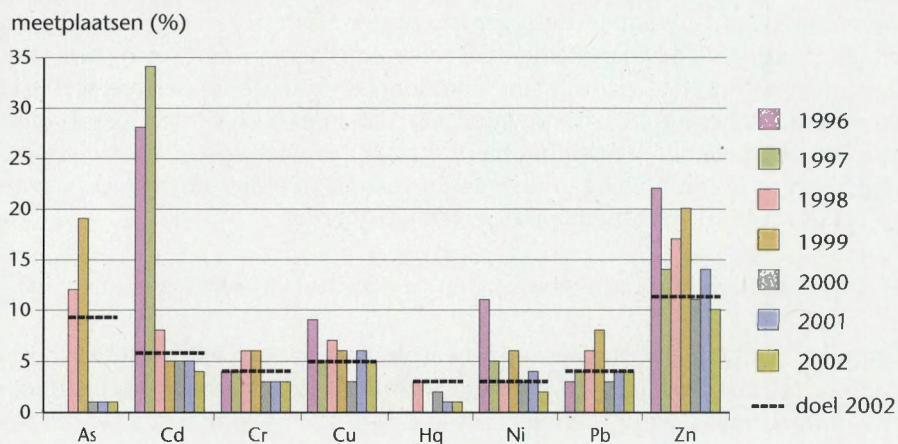
— Concentratie van zware metalen in oppervlaktewater

Figuur 5 toont het percentage van de meetplaatsen dat de basiskwaliteitsnorm overschrijdt. Voor Pb, Cr, Cu, Ni bedraagt deze norm 50 µg/l, voor As 30 µg/l, voor Zn 200 µg/l, voor Cd 1 µg/l en voor Hg 0,5 µg/l. Voor alle metalen wordt een belangrijke daling van het aantal overschrijdingen van de basiskwaliteitsnormen vastgesteld sedert 1996. Het terugdringen van het aantal overschrijdingen van de basiskwaliteitsdoelstellingen met 20 %, 50 % en 100 % tegen 2002, 2010 en 2020 ten opzichte van het referentiejaar 1998 werd als KTD, MLTD en LTD vooropgesteld. De KTD wordt gehaald voor alle zware metalen. De data wijzen op een beperkt fluctuerende waterkwaliteit zodat de permanente realisatie van de KTD voor sommige zware metalen (o.a. Cu en Ni) toch enigszins moeilijk zal zijn. Voor As, Cd, Cr en Hg werd de MLTD reeds gerealiseerd. Bij het afleiden van trends mag niet uit het oog verloren worden dat niet noodzakelijk alle meetplaatsen in elk van de jaren bemonsterd worden en dat het aantal meetplaatsen varieert. Bovendien spelen ook de meteorologische omstandigheden waarschijnlijk een belangrijke rol. In natte jaren treedt meer verdunning op en is de oppervlaktewaterkwaliteit over het algemeen beter.

Als gevolg van de Richtlijn 76/464/EEC betreffende gevaarlijke stoffen in water is in Vlaanderen, net zoals in de meeste andere Europese Lidstaten, de concentratie van Cd en Hg in oppervlaktewater afgenomen (EEA, 2003). Deze richtlijn zal ingetrokken worden in 2013 en vervangen worden door de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC). In de bijlagen van de Kaderrichtlijn Water is een dynamische lijst van prioritaire stoffen (o.a. Cd, Hg, Ni en Pb) opgenomen. Voor elk van deze stoffen moet de EU voorstellen doen voor milieukwaliteitsnormen en emissiebeheersingsmaatregelen. Doelstelling is de lozingen, emissies en verliezen te verminderen uiterlijk binnen 20 jaar na het aanvaarden van de maat-

regelen. Momenteel wordt dit op Europees niveau besproken. De lidstaten zijn verplicht om de Kaderrichtlijn Water te implementeren in eigen wetgeving voor eind 2003, analyses uit te voeren voor eind 2004 en stroomgebiedbeheersplannen op te stellen voor eind 2009. Op 9 juli 2003 keurde het Vlaams Parlement het Decreet Integraal Waterbeleid goed. Daardoor is de Kaderrichtlijn Water in Vlaamse wetgeving omgezet. Verder regelt dit decreet het hele Vlaamse waterbeleid (bekkenstructuur, Commissie Integraal Waterbeleid ...).

Figuur 5: Percentage van de meetplaatsen dat de basiskwaliteitsnorm overschrijdt (Vlaanderen, 1996-2002)



Bron: VMM.

3 Gevolgen voor mens en natuur

— Concentratie van zware metalen in bloed en urine

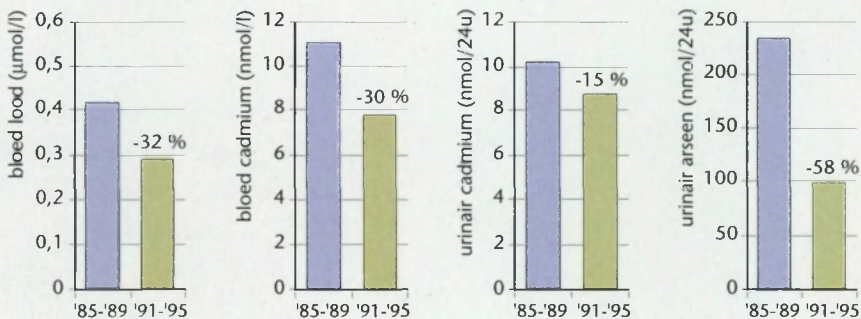
Gebiedsdekkende data voor Vlaanderen zijn niet beschikbaar. Informatie over blootstelling aan zware metalen is beperkt tot enkele probleemgebieden die dus niet representatief zijn voor Vlaanderen.

In figuur 6 wordt de humane blootstelling aan zware metalen in de Noorderkempen weergegeven. De Noorderkempen zijn historisch verontreinigd met zware metalen door de (vroegere) aanwezigheid van 3 zinksmelterijen in Overpelt, Lommel en Balen sinds het eind van de 19e eeuw. In de periode 1985-89 startte een bevolkingsonderzoek dat tot doel had de interne blootstelling aan zware metalen en hun gezondheidseffecten te meten bij de bevolking in de buurt van de non-ferro industrie. Urinair cadmium, urinair arseen en bloed lood waren significant hoger in het verontreinigd gebied (Noorderkempen) dan in het controlegebied (Hechtel-Eksel). Deze interne blootstelling is een weerspiegeling van de pollutie in de omgeving: het cadmiumgehalte in bodem en groen-

ten in de vervuilde gebieden lag 2,2 tot 6 keer hoger dan in de controlewijken. Vooral voor bladgroenten waren de waarden alarmerend hoog: 71 % van de sla en 95 % van de selder in de Noorderkempen had een cadmiumconcentratie boven de Europese norm (tegenover 21 % en 50 % in Hechtel-Eksel). Bloed cadmium reflecteert recente blootstelling en is dus gevoeliger voor veranderingen, terwijl urinair cadmium, als maat voor levenslange blootstelling, mede bepaald wordt door vroegere blootstelling. Voor bloed cadmium werden geen verschillen gevonden, hoogstwaarschijnlijk omdat de deelnemers in het vervuilde gebied hun leefgewoonten vrij snel aanpasten naar aanleiding van de grote media-aandacht die gepaard ging met de meetcampagne.

In de periode 1991-95 werden 823 personen van de eerste studie opnieuw onderzocht. Voor alle gemeten blootstellingsparameters was er een duidelijke daling (figuur 6). Dit wordt verklaard door de verminderde emissies van de industrie in de jaren '70 (sluiten van 1 fabriek, overschakeling van thermisch naar electrolytisch procédé, overdekken van ertsoverslag) en door de preventie-campagnes bij de lokale bevolking (teeltadvies, hygiënische maatregelen ...). Een bijkomende factor voor de daling van bloed lood is het invoeren van loodvrije benzine. De daling van urinair arseen is mede bewerkstelligd door betere controles van de arseengehaltes in drinkwater.

Figuur 6: Blootstelling aan zware metalen (Noorderkempen, 1985-1989, 1991-1995)



Bron: Cadmibel, PheeCad.

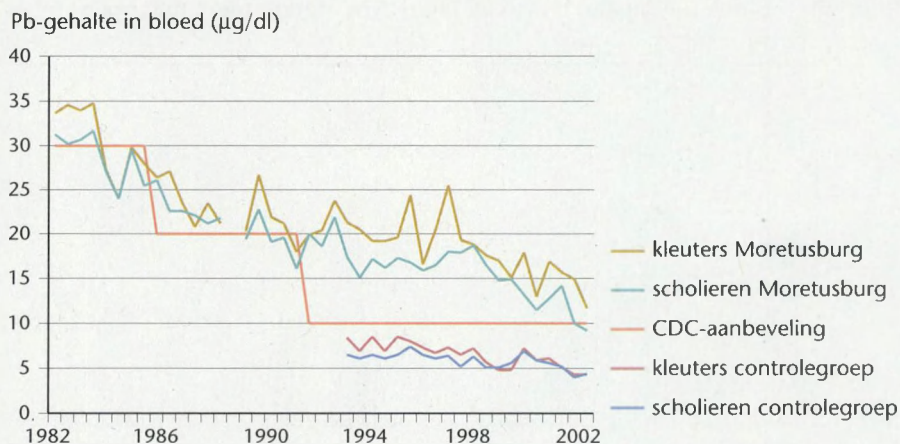
Ondanks de gunstige trend van de interne blootstelling in de jaren '90 blijft het belangrijk om de evolutie bij de bevolking in de Noorderkempen te volgen. Momenteel loopt nog een vervolgstudie waarbij opnieuw bloed- en urinestalen worden gecollecteerd en waarbij in detail geïnformeerd wordt naar ziektes en doodsoorzaken van de onderzochte personen.

Een ander probleemgebied waarvoor blootstellingsgegevens beschikbaar zijn, is de wijk Moretusburg nabij Hoboken. In figuur 7 worden de gemiddelde Pb-

gehalten in bloed van kinderen uit Moretusburg vergeleken met de CDC-klassering (Centers for Disease Control) en met een controlepopulatie. Normale concentraties van Pb in bloed bedragen 9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en minder (CDC, 1991). De aangetroffen concentraties in bloed bij kinderen in Moretusburg bedragen meer dan het dubbel van deze aangetroffen bij de controlepopulaties maar komen wel in de buurt van de CDC-richtwaarde.

Niettemin staande een afnemende blootstelling vanaf 1981 zijn de meetwaarden nog net niet lager dan de CDC-klassering. De waargenomen daling van de Pb-gehalten in bloed kan gedeeltelijk toegeschreven worden aan maatregelen die de blootstelling aan bodem- en stofdeeltjes verminderen. De variabelen die de spreiding van Pb in bloed bij kinderen het best verklaren, zijn de afstand tussen de woonplaats en de plaats van de industriële activiteit en het aantal uren afwezigheid uit de wijk. Verder zijn permanente en professionele maatregelen (bodemsanering Moretusburg, vermijden van het binnenbrengen van loodstof in de school via schoeisel, permanente ventilatie en het periodiek professioneel schoonmaken van de school) om het loodstof te weren, noodzakelijk.

Figuur 7: Gemiddelde Pb-gehalten in bloed per leeftijdsgroep voor kleuters en scholieren (Moretusburg, 1981-2002)



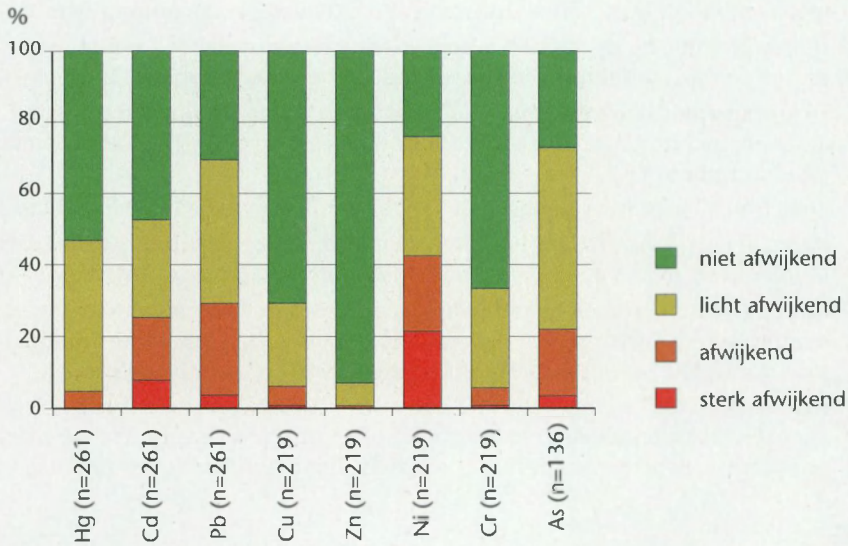
Bron: Nelen V., 2003.

— Bio-accumulatie van zware metalen in paling

Op basis van een palingmeetnet, gestart in 2000, wordt via de meting van poluënten in spierweefsel van palingen de kwaliteit van de Vlaamse binnenwateren systematisch in beeld gebracht. Momenteel bestaat dit meetnet uit meer dan 300 meetplaatsen verspreid over kanalen, rivieren en beken, afgesloten waters en polderwaterlopen. De resultaten van 261 meetplaatsen zijn opgedeeld in kwaliteitsklassen ten opzichte van de referentiewaarden voor de verschillende zware metalen (figuur 8). De referentiewaarden in paling zijn gebaseerd

op de 5de percentiel van de gemiddelden van al de bemonsterde locaties. Voor Cd en Pb worden op verschillende historisch verontreinigde locaties meetresultaten gevonden die sterk afwijken van de referentiewaarden. Naar consumeerbaarheid zijn er relatief weinig problemen. De normen voor consumptie (consumptienormen vis Hg: 1000 ng/g vers gewicht, Cd: 100 ng/g vg, Pb: 400 ng/g vg) worden enkel op het Kanaal van Beverlo overschreden zowel voor Cd als voor Pb.

Figuur 8: Verdeling van de concentratie in paling per kwaliteitsklasse, gebaseerd op de afwijking t.o.v. een referentiewaarde (Vlaanderen, 1999-2002)



Bron: IBW, 2003.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van zware metalen op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Callebaut K., Vanhaecke P. (2001) Actualisatie van stofstroomdossiers voor Vlaanderen in het kader van de Derde Noordzeeverklaring groep metalen, Ecolas in opdracht van VMM.
- Callebaut K., Van Hyfte A., Vanhaecke P. (2003) Bekkengerichte kwantificering van diffuse verontreiniging van oppervlaktewater met zware metalen en metalloïden, Ecolas in opdracht van VMM.
- Centers for Disease Control (1991) Preventing Lead Poisoning in Young Children (October 1991) - The fourth revision of the statement on Preventing Lead Poisoning in Young Children by the Centers for Disease Control, <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/books/plpyc/contents.htm>
- De Temmerman L., De Witte T. (2003) Onderzoek van de verontreiniging van het milieu door Hg te Tervuren en Tessenderlo, groeiseizoen 2002, CODA, Tervuren.
- European Environment Agency (2003) Europe's water: An indicator-based assessment Summary, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EPAS (1995) Evaluatie van de huishoudelijke vuillast, studie in opdracht van VMM.
- Nelen V. (2003) Bevolkingsonderzoek voor lood Antwerpen, District Hoboken, Wijk Moretusburg najaar 2002, Provinciaal Instituut voor Hygiëne, Antwerpen.
- MNZ (1995) Stofstromen naar de Noordzee, De Belgische emissies van gevaarlijke stoffen naar de lucht en naar het water 1985-1995, uitg. Technische Commissie Noordzee (MNZ), Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu, Brussel.
- Staessen J.A., Roels H., Emelianov D., Kuznetsova T., Thijs L., Vangronsveld J., Fagard R., (1999) Environmental exposure to cadmium, forearm bone density, and risk of fractures: prospective population study (PheeCad) Study Group, The Lancet, 353, 1140-1144.

Lectoren

- Lieven Bervoets, Departement Biologie, UA-RUCA
- Natacha Claeys, Caroline De Bosscher, Kor Van Hoof, Jeroen Vanhooren, Sofie Van Volsem, VMM
- Ludwig De Temmerman, Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Jan Kegels, Umicore
- Jan Kretzschmar, Vito
- Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Jan Mertens, Laboratorium voor Bosbouw, UGent
- Els Piessens, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen
- Marc Raemaekers, CLO
- Koen Schoeters, Vlaamse Gezondheidsinspectie
- Erik Smolders, Labo Bodemvruchtbaarheid, K.U.Leuven
- Wendy Van Dijck, OVAM
- Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent
- Paul Vanhaecke, Ecolas nv
- Hugo Westyn, Electrabel
- Jan L. Willems, Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde, UGent

Verspreiding van 2.4 bestrijdingsmiddelen

Stijn Overloop, MIRA, VMM

Walter Steurbaut, Bart De Smet, Vakgroep Gewasbescherming, UGent

Ilse Theuns, Ward De Cooman, VMM

Geert Goemans, Claude Belpaire, IBW

Bestrijdingsmiddelen of pesticiden worden gebruikt ter bestrijding van allerlei ongewenste aantastingen (plagen, ziekten, onkruiden) van gewassen, dieren, goederen en materialen. Bestrijdingsmiddelen kunnen schadelijk zijn voor het milieu vanwege hun ecotoxiciteit, mogelijke bio-accumulerende eigenschappen en mogelijk hormoonverstorende effecten. Bestrijdingsmiddelen worden volgens de Belgische wetgeving in twee groepen ingedeeld: bestrijdingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik en biociden. Bestrijdingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik omvatten gewasbeschermingsmiddelen en hulpstoffen om de werking te bevorderen. Sommige gewasbeschermingsmiddelen worden echter ook als bestrijdingsmiddel buiten de landbouw gebruikt (bv. totaalherbiciden).

171

-
-  Druk op waterleven door gewasbescherming
 -  Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater
 -  Bestrijdingsmiddelen in regenwater
 -  Bestrijdingsmiddelen in waterbodem
 -  Bio-accumulatie van bestrijdingsmiddelen in paling
-

1 Milieudruk

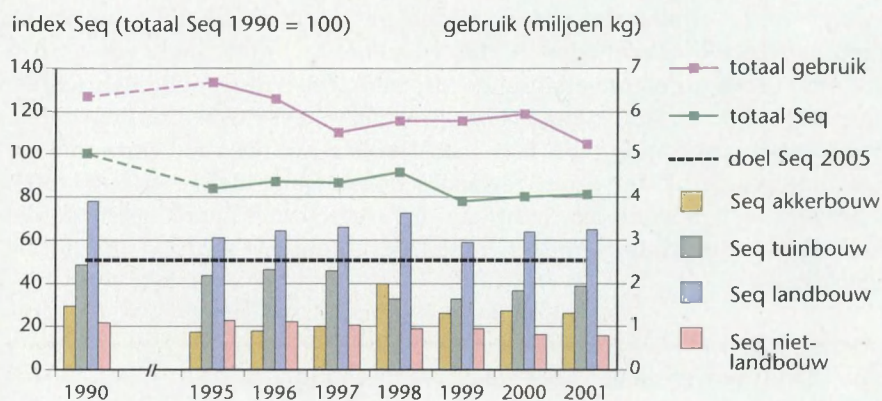
— Druk op waterleven door gewasbescherming

De druk op het waterleven door gewasbescherming wordt uitgedrukt als de *som van de jaarlijkse verspreidingsequivalenten* (ΣSeq) van de gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in Vlaanderen. Het middelengebruik wordt gewogen naar ecotoxiciteit en verblijftijd in het milieu. De ΣSeq -indicator schat enkel het risico voor waterorganismen en houdt bijvoorbeeld geen rekening met het mogelijk bio-accumulerend vermogen, de eventuele hormoonverstorende eigenschappen en synergetische effecten. Het gebruik, geïllustreerd in figuur 1, omvat zowel het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw

(som van akkerbouw inclusief weiland, en van tuinbouw) als op niet-landbouwgronden in Vlaanderen (bv. plantsoenen, parkings). Deze indicator behandelt enkel gewasbeschermingsmiddelen. Over biociden ontbreken gebruiksgegevens sinds 1997.

In het kader van de EU-richtlijnen 91/414/EEG en 98/8/EU worden alle bestaande en nieuwe gewasbeschermingsmiddelen en biociden geëvalueerd. Dit *herzieningsbeleid* leidt tot nieuwe kennis over ecotoxicologische waarden van gewasbeschermingsmiddelen. Deze kennis wordt jaarlijks meegenomen in Σ Seq-indicator.

Figuur 1: Gebruik en druk op het waterleven door gewasbeschermingsmiddelen, volgens doelgroep (Vlaanderen, 1990-2001)



Bron: Vakgroep Gewasbescherming, UGent.

H: herbicide, I: insecticide, F: fungicide

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in massa uitgedrukt daalde met 18 % ten opzichte van 1990 tot 5,2 miljoen kg actieve stof in 2001. Vooral het verminderd gebruik van de dithiocarbamaat-fungiciden door de lagere infectiedruk in de aardappelteelt in 2001 verklaart de daling sinds 2000. De Σ Seq daalde ten opzichte van 1990 met 19 %. Het verloop van de Σ Seq-indicator wordt in grote mate bepaald door een beperkt aantal actieve stoffen. Zeven stoffen waren verantwoordelijk voor bijna 83 % van de Σ Seq in 2001: lindaan (I), diuron (H) en paraquat (H) en in mindere mate flufenoxuron (I), fenoxycarb (I), parathion (I) en chloorpyrifos (I). De schommelingen in de periode 1990-2001 worden verklaard door het variërend gebruik van lindaan, diuron en paraquat. Lindaan en parathion zijn vanaf respectievelijk 2001 en 2002 verboden in de handel, maar dit is nog niet zichtbaar in figuur 1. Het gebruik van paraquat stagneerde vanaf 1999 en was lager dan in de periode 1990.

Het aandeel van de landbouw in de Σ Seq in 2001 is bepaald op 80 %. Het aandeel van de akkerbouw (inclusief weiland) en de tuinbouw in de Σ Seq bedraagt respectievelijk 33 en 47 %.

De *doelstelling* in het MINA-plan 3 (2003-2007) met betrekking tot de Σ Seq is een 50 % reductie in 2005 ten opzichte van 1990. Op basis van de huidige invulling van de Σ Seq is minder dan de helft van de doelafstand overbrugd. Een prognose geeft aan dat 40 % reductie tegen 2004 benaderd zal worden, door de komende verboden op enkele stoffen in de periode 2002-2004. In de toekomst (2004-2005) worden nog nieuwe ecotoxiciteitswaarden op Europees niveau verwacht. Door de *grote gevoeligheid* van risico-indicatoren in het algemeen aan deze evoluerende kennis, zal ook het verloop van de Σ Seq in de toekomst wijzigen. Een definitieve evaluatie van het herzieningsbeleid met risico-indicatoren, kan pas gemaakt worden wanneer voor alle stoffen de stoffeigenschappen gekend zijn op Europees niveau.

Op korte termijn dragen volgende *maatregelen* bij tot een vermindering van de belasting: het gebruik van werkzame, minder belastende producten en alternatieve bestrijdingsmethoden, het hanteren van goede landbouwpraktijken en de inzet van een geïntegreerde bestrijding. Door het Europese herzieningsbeleid zullen nog bijkomend stoffen verboden worden. Op lange termijn dient gestreefd te worden naar een geringere afhankelijkheid van scheikundige bestrijdingsmiddelen. Dit wordt nu al getracht door openbare diensten, die hiertoe verplicht zijn door het decreet inzake de vermindering van het gebruik van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten. Enkel met een geplande, stapsgewijze afbouw kunnen zij na 1 januari 2004 nog bestrijdingsmiddelen gebruiken. Dit decreet verhoogt momenteel de vraag naar alternatieve bestrijdingstechnieken en ook het aanbod. Een definitief verbod van het gebruik door openbare diensten is gesteld op 2015 in het draaiboek voor de afbouw van bestrijdingsmiddelen door openbare diensten (www.zonderisgezonder.be).

Een goede *communicatie* rond goede praktijk en alternatieven is noodzakelijk. Op de webstek www.zonderisgezonder.be biedt de Vlaamse overheid meer informatie aan om deze beleidsdoelen te realiseren.

2 Milieukwaliteit

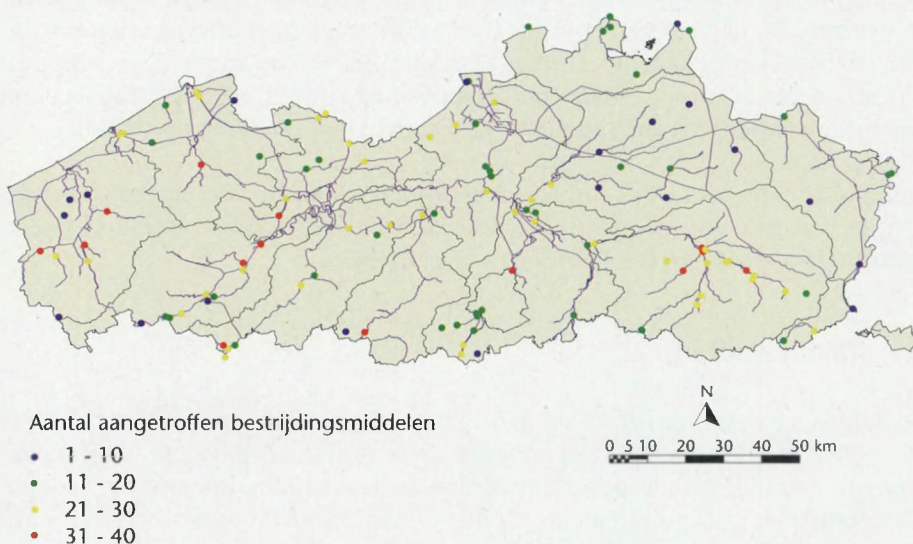
In België is op 1 januari 2003 het gebruik van 375 verschillende actieve stoffen als gewasbeschermingsmiddel en 108 actieve stoffen als biociden toegestaan. Een groot aantal van deze stoffen worden teruggevonden in water en bodem. Onderstaande indicatoren geven slechts een selectie van deze weergevonden stoffen. Voor bestrijdingsmiddelen in grondwater verwijzen we naar het achtergronddocument.

— Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater

VMM onderzoekt sinds 1996 systematisch de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in *oppervlaktewater*. In 2002 werden 134 meetplaatsen bemonsterd. Het pakket gemeten bestrijdingsmiddelen bestond in 2002 uit 109 actieve stoffen, waaronder ook een aantal afbraakproducten. Daarvan werden 33 bestrijdingsmiddelen geen enkele keer aangetroffen; 44 bestrijdingsmiddelen werden in 5 % of minder van de metingen aangetroffen. Volgende stoffen werden zeer vaak aangetroffen: het herbicide (H) diuron in 77 % van de metingen; glyfosaat (H) en het afbraakproduct AMPA (aminomethylfosfonzuur) respectievelijk in 61 % en 83 % van de metingen, atrazine (H) in 57 % van de metingen. Het veelvuldig gebruik van de herbiciden diuron en glyfosaat buiten de landbouw verklaart hun algemeen voorkomen. Bentazon (H), het fungicide (F) carbendazim, isoproturon (H), MCPA (H) en simazine (H) werden tussen de 30 en 45 % van de metingen gedetecteerd. Van deze stoffen worden enkel MCPA en simazine ook buiten de landbouw gebruikt.

Figuur 2 geeft weer hoeveel bestrijdingsmiddelen er per meetplaats aangetroffen werden in 2002. Vooral in de Haspengouwse fruitstreek en in het IJzerbekken wordt een grote verscheidenheid aan bestrijdingsmiddelen toegepast. Ook in het Leiebekken worden er relatief veel stoffen gedetecteerd.

Figuur 2: Aantal aangetroffen bestrijdingsmiddelen, als actieve stof, in het oppervlaktewater (Vlaanderen, 2002)



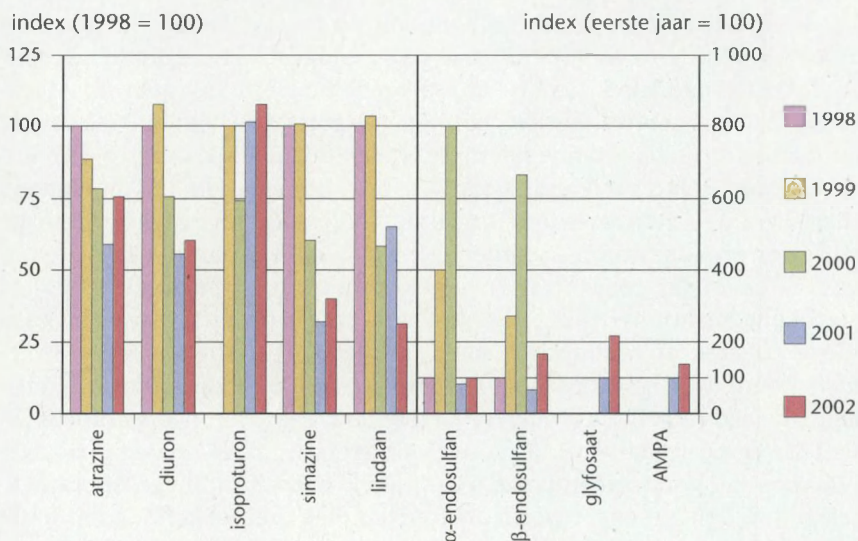
Bron: VMM.

Wanneer de waargenomen concentraties worden getoetst aan de *basiskwaliteitsnormen* voor oppervlaktewater voor totaal organochloorbestrijdingsmiddelen,

organochloorbestrijdingsmiddelen per stof en voor een aantal individuele bestrijdingsmiddelen blijkt dat in 2002 op slechts 17 van de 134 meetplaatsen (13 %) de basiskwaliteitsnormen (VLAREM II) overschreden werden. Dit zijn voornamelijk overschrijdingen voor de insecticiden lindaan en endosulfan. In 2000 bedroeg het aantal overschrijdingen nog 60 %; 35 % in 2001. Echter, deze normtoetsing geeft geen aanduiding van de algemene toestand. Enerzijds worden bestrijdingsmiddelen slechts in welbepaalde periodes gebruikt. Piekconcentraties in de gebruikperiode kunnen van korte duur zijn (enkele dagen) en niet zichtbaar zijn bij een maandelijks of tweemaandelijks meting. Anderzijds is er voor tal van veelvuldig gebruikte bestrijdingsmiddelen momenteel geen basiskwaliteitsnorm van kracht zoals bijvoorbeeld voor de herbiciden glyfosaat, diuron en isoproturon en carbendazim (F). Voor een aantal van deze stoffen werd de gevonden concentraties vergeleken met de zogenaamde Predicted No Effect Concentrations (PNEC), een gemodelleerde concentratie waarbij geen negatieve effecten op waterorganismen optreden. Toetsing aan deze *PNEC-waarden* houdt wel een strengere toetsing in dan aan de basiskwaliteitsnormen. Uit deze vergelijking blijkt dat de mediane isoproturonconcentratie (H) op 9 van de 134 meetplaatsen de PNEC-waarde overschrijdt en dit verspreid over heel Vlaanderen. Voor carbendazim (F) zijn de 16 overschrijdingen hoofdzakelijk gelegen in de Haspengouwse fruitstreek en het IJzerbekken. Verder blijkt duidelijk dat diuron een algemeen probleem is want in bijna alle metingen waar het aangetroffen wordt, is dit boven de PNEC-waarde. Dit stemt overeen met het frequente gebruik van deze werkzame stof als onkruidverdelger in openbaar groen en in de landbouw.

Een *meerjarige evaluatie* voor een aantal veel gebruikte bestrijdingsmiddelen (figuur 3) geeft aan in welke mate ze in de periode 1998-2002 werden teruggevonden. Alhoewel meteorologische factoren (bv. neerslag/jaar) een rol kunnen spelen, blijkt dat de dalende belasting van het oppervlaktewater door het insecticide (I) lindaan verklaard wordt door het gebruiksverbod sinds juni 2002. Voor de herbiciden atrazine, diuron en simazine zet de dalende trend van 1998 tot 2001 in 2002 niet meer door. Voor glyfosaat (H) stelt men een duidelijke toename vast. Deze resultaten tonen aan dat men de nodige aandacht moet besteden aan het mogelijke effect van substituerende middelen bij gebruiksbepanking of -verbod van bepaalde bestrijdingsmiddelen.

In geval herbicidenresistente gewassen (GGO's) in Vlaanderen toegelaten worden, dreigt het gebruik van deze herbiciden extra te zullen stijgen (2.22 Gebruik van GGO's). Het zorgvuldig vullen en spoelen van sproeitanks kan een zeer belangrijke *reductie van de concentraties* in oppervlaktewater teweeg brengen, tot meer dan 50 %. Aan dit probleem wordt door het Sproei(w)ijzerproject in het IJzerbekken ruim aandacht besteed (www.sproeiwijzer.be).

Figuur 3: Jaargemiddelde concentratie bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater (Vlaanderen, 1998-2002)

Bron: VMM.

— Bestrijdingsmiddelen in regenwater

Residu's van bestrijdingsmiddelen in *regenwater* worden dikwijls gehanteerd als een maat voor luchtverontreiniging, zodat deze gegevens tevens als indicator voor luchtverontreiniging kunnen beschouwd worden. Bestrijdingsmiddelen komen via drift tijdens het sproeien en via verdamping in de lucht en regen terecht.

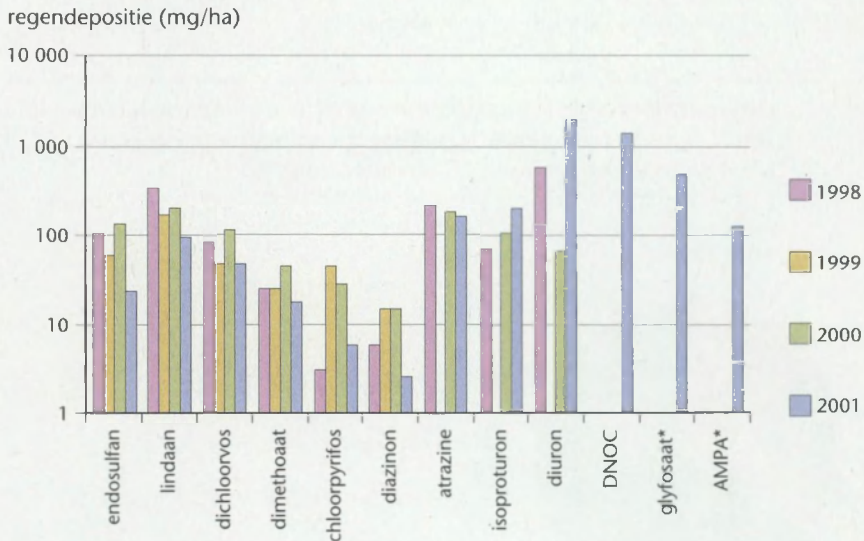
VMM onderzoekt sinds 1997 de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in regenwater op vijf locaties in Vlaanderen (VMM, 2002 a). De staalname gebeurt dagelijks en omvat telkens de neerslag van de afgelopen 24 uur. In 2001 werd systematisch naar 106 verschillende bestrijdingsmiddelen gezocht.

Algemeen kan bij de drie onderzochte hoofdgroepen (organochloor-, organofosfor- en organostikstofbestrijdingsmiddelen) een *duidelijke afname in de diversiteit* van de gebruikte middelen worden vastgesteld, hetgeen zou kunnen wijzen op een vorm van rationalisering van het aanbod of van het gebruik.

Figuur 4 toont de *depositie van de bestrijdingsmiddelen* die kwantitatief het belangrijkste waren. De insecticiden endosulfan, lindaan, dichloorvos en DNOC en de herbiciden atrazine, isoproturon, diuron, glyfosaat en het afbraakproduct AMPA werden frequent aangetoond met deposities van meer dan 100 mg/ha.jaar. De hoogste depositie wordt opgemeten voor herbiciden. Het gebruik van het insecticide DNOC is sinds juni 2000 niet meer toegelaten. Maar

andere bronnen zoals autoverkeer dragen ook bij tot de vorming van DNOC. De totale jaarhoeveelheden van zowel lindaan, endosulfan, dichloorvos en dimethoaat (I) knopen in 2001 weer aan bij de duidelijk dalende tendens in 1998-1999.

Figuur 4: Depositie van de kwantitatief belangrijkste bestrijdingsmiddelen in regenwater (Vlaanderen, 1998-2001)



* staalname op 7 locaties

Bron: VMM.

Op enkele uitzonderingen na, kan van een gunstige evolutie m.b.t. de organochloor- en de organofosforbestrijdingsmiddelen gesproken worden. Dit is wellicht een effect van de geldende beperkings- (endosulfan, chloorpyrifos, dichloorvos, diazinon) of verbodsmaatregelen (lindaan) en de grote regenhoeveelheden in 2001, die een verdunnend effect hebben op de metingen. Anders is het gesteld met de organostikstofbestrijdingsmiddelen. De kwantitatief belangrijkste leden van deze groep, diuron en isoproturon, verdrievoudigen tussen 1998 en 2001. Atrazine (H) blijft op hetzelfde hoge niveau.

Ter vergelijking: de minimale gebruiksdosis van deze 11 actieve stoffen liggen een factor 1 000 tot 10 000 hoger dan de depositie in 2001. Specifieke normen voor bestrijdingsmiddelen in regenwater bestaan niet.

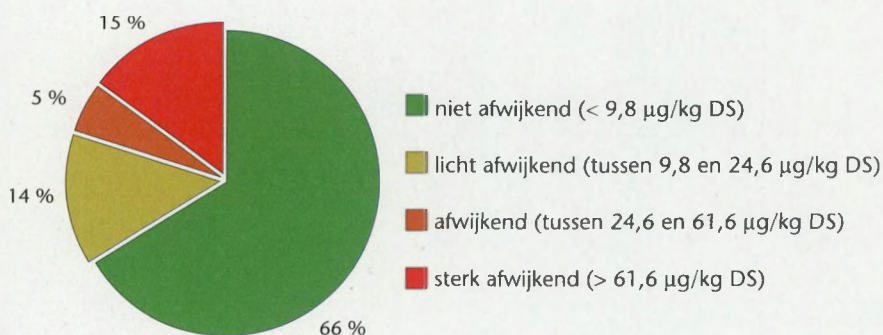
— Bestrijdingsmiddelen in waterbodem

De *waterbodem* is de bodem van een oppervlaktewaterlichaam die altijd of een groot gedeelte van het jaar onder water staat. Bestrijdingsmiddelen kunnen

zich opstapelen in de waterbodem na binding aan het zwevende stof in het water. Dit zwevend stof bezinkt op de waterbodem.

In de periode 1994-2002 werden tijdens verschillende studies van de Vlaamse Gemeenschap (AMINAL, AWZ) en in het waterbodemeetnet van VMM op 1 077 meetplaatsen gezocht naar bestrijdingsmiddelen in de waterbodem. De fysisch-chemische beoordeling van de waterbodem omvat onder meer een onderzoek naar de aanwezigheid van *organochloorbestrijdingsmiddelen* (17 stoffen, waarvan 16 verboden), omdat deze organochloorverbindingen zeer persistent zijn en kunnen opstapelen in de waterbodem.

Figuur 5: Organochloorbestrijdingsmiddelen in de waterbodem: meetplaatsen ingedeeld naar verontreinigingsgraad in afwijkingsklassen t.o.v. de referentiewaarde (Vlaanderen 1994-2002)



Bron: VMM waterbodemedatabank.

Organochloorbestrijdingsmiddelen werden herhaaldelijk in *afwijkende concentraties* gedetecteerd (figuur 5). Opvallend hierbij is dat reeds lang verboden middelen als DDT (I), en zijn afbraakproducten, nog steeds in hoge concentraties worden teruggevonden (tot meer dan 400 µg/kg droge stof). Ook reeds decennialang niet meer erkende cyclodiënen (drins) (I) komen op diverse meetplaatsen in hoge waarden voor. Dit komt door hun slechte biologische afbreekbaarheid. In vergelijking met de referentieklaas voor organochloorbestrijdingsmiddelen (0 tot 9,8 µg/kg droge stof) blijkt dat voor 34 % een afwijking wordt vastgesteld. In 15 % blijkt dit zelfs een sterke afwijking te zijn.

Bestrijdingsmiddelen zijn slechts één aspect van de verontreiniging van waterbodems. Voor meer informatie, zie achtergronddocument Kwaliteit oppervlaktewater en het rapport Waterbodemkwaliteit 2001 (VMM, 2002 b). *Sanering* van waterbodems is een noodzaak, maar de kosten zijn hoog.

3 Gevolgen voor mens en natuur

Dit jaar wordt enkel gekeken naar bio-accumulatie van bestrijdingsmiddelen in paling. In het achtergronddocument is een vollediger overzicht gegeven van de gevolgen voor mens, natuur en economie.

— Bio-accumulatie van bestrijdingsmiddelen in paling

Sinds 1994 verzamelt het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW) palingen uit Vlaamse binnenwateren die door het Departement voor Zeevisserij (Oostende) onderzocht worden op de aanwezigheid van verscheidene lipofiele polluenten. Momenteel bestaat dit meetnet uit ongeveer 300 meetplaatsen.

Als *bioindicator* is paling uitermate geschikt omwille van zijn ruime verspreiding, zijn hoogvetgehalte, zijn benthische levenswijze en zijn plaats in de voedselketen. Omdat de paling tijdens zijn groeifase ter plaatse blijft, geven metingen in paling een accuraat beeld van de verontreinigingstoestand op die meetplaats. Metingen in paling bieden het analytische voordeel dat er in het vetweefsel van paling vrij hoge concentraties van persistente en lipofiele bestrijdingsmiddelen, zoals organochloorbestrijdingsmiddelen, aangetroffen worden door processen van bio-accumulatie en biomagnificatie. De effecten van kortstondige piekconcentraties zijn dus geïntegreerd in deze metingen. In tegenstelling tot metingen in oppervlaktewater, reageert de concentratie in paling trager op een wijziging in blootstelling.

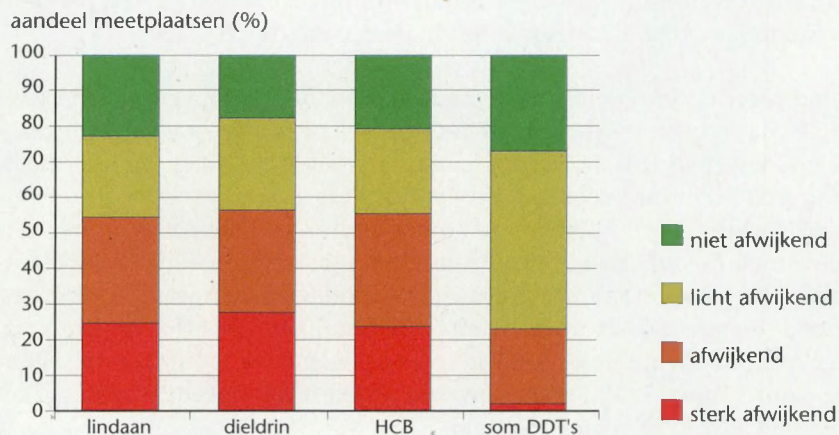
Figuur 6 geeft een overzicht van concentraties van een aantal organochloorbestrijdingsmiddelen in het spierweefsel van paling, uitgedrukt in afwijkingsklassen t.o.v. de referentiewaarde. Deze zijn respectievelijk 1,3, 1,1, 0,5 en 16 ng/g versgewicht voor lindaan (I), dieldrin (I), HCB (F) en de som DDT's (I). Voor drie van de vier voorgestelde bestrijdingsmiddelen blijkt een niet te verwaarlozen aantal meetplaatsen sterk af te wijken van de referentietoestand. Voor lindaan, dieldrin en HCB is dit respectievelijk 25 %, 28 % en 24 %. Voor som DDT's werd slechts op 2 % van de meetplaatsen een sterk afwijkende concentratie teruggevonden.

De hoogste gemiddelde som DDT-concentratie in Vlaanderen (680 ng/g versgewicht) is echter van dezelfde grootteorde als de hoogste concentratie teruggevonden in de *internationale literatuur* (720 ng/g versgewicht). Vooral de concentraties van lindaan zijn zeer hoog in vergelijking met waarden aangetroffen in paling uit onze buurlanden: maximum 171 ng/g versgewicht in de internationale literatuur versus 2000 ng/g versgewicht in Vlaanderen.

De metingen geven ook aanwijzingen over de *consumeerbaarheid van vis* uit oppervlaktewater. Op dit moment bestaan er in België geen consumptienormen voor bestrijdingsmiddelen in vis. We gebruiken hier ter vergelijking de Nederlandse concept-consumptienormen voor vis (paling): lindaan: 200 ng/g, dieldrin: 100 ng/g, HCB: 100 ng/g, som DDT's: 1 000 ng/g. Voor lindaan wordt deze norm op 10 plaatsen overschreden. Acht van deze tien waters zijn gelegen

in West-Vlaanderen. Voor dieldrin zijn normoverschrijdingen vastgesteld op acht locaties. Zes van deze locaties werden bemonsterd in 2002. Noch voor HCB, noch voor som DDT's overschrijden de gemiddelden de norm. Gezien het gebruiksverbod op lindaan vanaf juni 2002, zal verdere monitoring moeten uitwijzen of dit ook een effect heeft op de concentraties in paling.

Figuur 6: Concentratie van 4 organochloorbestrijdingsmiddelen in het spierweefsel van paling: meetplaatsen ingedeeld in afwijkingsklassen t.o.v. de referentiewaarden (Vlaanderen, 1994-2002)



Bron: Goemans *et al.*, 2003.

Sinds 25 mei 2002 geldt een *algemene teruggooiplicht* van paling op alle Vlaamse openbare viswaters. Dit meeneemverbod loopt tot en met 2005.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van bestrijdingsmiddelen op www.milieurapport.be/AG

Referenties

VMM (2002 a) Bestrijdingsmiddelen in regenwater in Vlaanderen, rapport over 2001, Erembodegem.

VMM (2002 b) Waterbodemkwaliteit 2001, Erembodegem.

Goemans G., Belpaire C., Raemaekers M., Guns M. (2003) Het Vlaamse paling-polluëntenmeetnet, 1994-2001: gehalten aan polychloorbifenylen, organochloor-pesticiden en zware metalen in paling, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW.Wb.V.R.2003.99, Groenendaal.

Lectoren

Willy Bontinck, NMBS

Koen Carels, VOLT, ALT

Philippe Costrop, Syngenta Crop Protection

Christophe Dierckxsens, Afdeling Water, AMINAL

Tom Diez, VMW

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Ann Duponcheel, Phytofar

Herman Fontier, DG Dier, plant en voeding, FOD VVVL

Ann Huysmans, Sofie Van Volsem, Jeroen Vanhooren, VMM

Kristien Michels, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Annelies Mulier, Ignace Verbruggen, Steunpunt Duurzame Landbouw

David Nuyttens, Marc Raemaekers, CLO

Mieke Schauvliege, VELT

Jos Schoofs, POD Duurzame Ontwikkeling

Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Toon Van Daele, IN

Koen Van De Weyer, Boerenbond

Greet Van Eetvelde, Jan Willems, UGent

Inge Van Oost, ALT, Departement EWBL

Paul Vanhaecke, Ecolas nv

Hilde Wustenberghs, CLE

2.5 Verspreiding van zwevend stof

Rudi Torfs, Integrale Milieustudies, Vito

Christine Matheeußen, Jasmine Dumollin en Edward Roekens,
Immissiemeetnetten Lucht, VMM

Myriam Bossuyt, MIRA, VMM

Zwevend stof is een mengsel van deeltjes van uiteenlopende samenstelling en afmeting in de lucht. De deeltjes kunnen ingedeeld worden in fracties op basis van hun grootte. PM₁₀, PM_{2,5} en PM_{0,1} zijn de fracties met een aërodynamische diameter (a.d.) kleiner dan respectievelijk 10, 2,5 en 0,1 µm. Deze fracties worden gezien als enkele van de belangrijkste luchtverontreinigende stoffen die leiden tot nadelige gezondheidseffecten. Zowel het verhoogd voorkomen van luchtwegklachten, als het aantal opnames in het ziekenhuis voor hart- en luchtwegklachten en zelfs vervroegde sterfte, zijn in epidemiologische studies in verband gebracht met deze fracties. Deze effecten zijn zowel bij kortstondige (uren, dagen) blootstelling aan hoge concentraties als bij langdurige blootstelling (jaren) aan lage concentraties waargenomen. De kleinste deeltjes dringen het diepst door in de longen. Deze deeltjes komen via die weg ook vrij gemakkelijk en snel in de bloedbaan.

183

-
-  Emissie van PM₁₀
 -  Emissie van PM_{2,5}
 -  Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in lucht
 -  Daggemiddelde PM₁₀-concentratie in lucht
 -  Verloren gezonde levensjaren (DALY's)
 -  Externe gezondheidskosten
-

1 Milieudruk

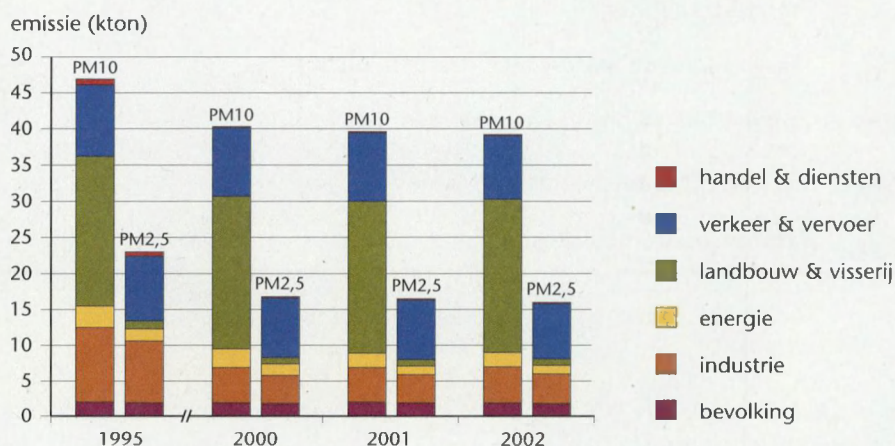
In het kader van de UN-ECE Conventie van Genève voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging (LRTAP) werd door Vlaanderen (en België) in 2002 een *nieuwe inventaris van de emissie van totaal primair stof, PM₁₀ en PM_{2,5}* in gebruik genomen (Schrooten & Van Rompaey, 2002). Door het in rekening brengen van een aantal nieuwe bronnen, zoals de niet-uitlaat emissie van verkeer & vervoer en landbouw & visserij (slijtage van banden, remmen en wegdek/

landbouwgrond) en de aanpassing van emissiefactoren, leidt deze inventarisatie tot een verhoging met één derde van de eerder in MIRA-T gerapporteerde emissie van totaal primair stof in Vlaanderen. De volgens deze methode berekende emissie van PM₁₀ en PM_{2,5} voor de jaren 1995, 2000, 2001 en 2002 wordt voor het eerst gerapporteerd en wordt weergegeven in figuur 1.

— Emissie van PM₁₀

De daling van de PM₁₀-emissie (figuur 1) in 2002 ten opzichte van 1995 is voornamelijk te danken aan de maatregelen genomen door de industrie en de energiesector. Ondanks een toenemend energiegebruik in de industrie is de PM₁₀-emissie gedaald door het implementeren van nieuwe technologie en het gebruik van schonere brandstoffen. In de energiesector is onder invloed van een Europese richtlijn voor grote stookinstallaties de emissie gedaald, enerzijds door de geleidelijke toename van het aardgasverbruik, anderzijds door het installeren van een ontzwavelingsinstallatie op één van de grote steenkoolcentrales. Maar in 2002 is er terug sprake van een lichte stijging van de PM₁₀-emissie van industrie, energie en landbouw & visserij ten opzichte van 2001. Enkel de PM₁₀-emissie van verkeer & vervoer is nog licht gedaald. Landbouw & visserij is de belangrijkste bron van PM₁₀-emissie. Dit bestaat echter hoofdzakelijk uit het stof dat opwaait bij bewerking van de landbouwgronden. Deze onzekere bron van emissie is vermoedelijk minder belangrijk vanuit het oogpunt van gezondheid. Door het strenge beleid inzake de emissie door afvalverbranding is deze van de sector handel & diensten sterk afgenomen tussen 1995 en 2000, en nadien ook gestabiliseerd.

Figuur 1: Evolutie van de emissie van PM₁₀ en PM_{2,5} (Vlaanderen, 1995, 2000-2002)



Bron: VMM.

— Emissie van PM_{2,5}

Verkeer & vervoer is zonder meer de belangrijkste bron van PM_{2,5}. In 2002 is 38,5 % van de PM_{2,5}-emissie te wijten aan de uitlaatemissie van het personenverkeer en het goederentransport. Ondanks de Europese normering voor personenwagens en de geleidelijke afname van niet-genormeerde wagens is er slechts een lichte daling van de uitlaatemissie van verkeer wegens de aangroei van het wagenpark en het groeiend aandeel van dieselloertuigen (1.5 Verkeer & vervoer). Zoals voor PM₁₀ is de daling van PM_{2,5}-emissie in de sector energie gestagneerd en in de sectoren industrie en de landbouw & visserij omgezet in een lichte stijging.

Bijkomende *inspanningen voor emissiereductie van PM_{2,5} en PM₁₀* worden voorbereid in het kader van internationale verdragen over grensoverschrijdende luchtverontreiniging. Enerzijds zal de uitvoering van de *Europese NEM-richtlijn (nationale emissiemaxima)* voor SO₂ en NO_x een gunstig effect hebben op de deeltjesemissie (2001/81/EG). Anderzijds worden er emissiereductie-scenario's voor emissie van PM₁₀ en PM_{2,5} opgesteld in het kader van LRTAP om eventueel extra maatregelen specifiek voor PM₁₀ en PM_{2,5} te treffen bovenop de maatregelen die reeds nodig zijn voor het behalen van de nationale emissiemaxima voor SO₂ en NO_x. *Nieuwe Europese normen* voor voertuigen en brandstoffen zal de emissie van verkeer & vervoer verder verlagen. De emissie van gebouwenverwarming is nagenoeg niet veranderd sinds 1995. Een betere isolatie van woningen en de vervanging van bestaande verwarmingsinstallaties door efficiëntere is voorzien in het *Vlaams Klimaatbeleidsplan 2002-2005*. Dit zal een gunstig effect op de stofemissie hebben. Een reductie van het zwavelgehalte in stookolie is een *aanvullende maatregel* die vooral invloed heeft op de vorming van secundair stof.

2 Milieukwaliteit

De EU formuleerde in de dochterrichtlijn (1999/30/EG) *grenswaarden voor PM₁₀* in de omgevingslucht tegen 2005 (KTD) en 2010 (MLTD). Deze doelstellingen zijn voor de jaargemiddelde PM₁₀-concentraties opgenomen in het MINA-plan 3 (2003-2007). De EU heeft de mogelijkheid opengelaten om de grenswaarden voor 2010 te herzien wanneer bijkomende technische informatie beschikbaar wordt over de effecten op de gezondheid en milieu en over de technische haalbaarheid van maatregelen om deze doelstellingen na te streven. Tijdens deze herziening zal ook de mogelijkheid tot het formuleren van grenswaarden voor PM_{2,5} onderzocht worden. De lidstaten dienen intussen metingen van PM_{2,5}-concentraties in de lucht uit te voeren.

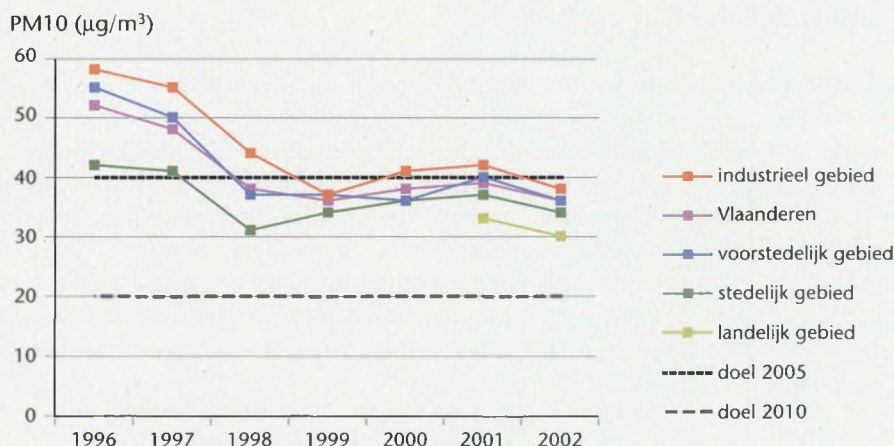
In 2002 stemde VMM de PM₁₀-metingen af met de Europese referentiemethode. Hierdoor liggen de resultaten iets hoger dan in vorige MIRA-publicaties.

— Jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in lucht

In figuur 2 is de evolutie weergegeven van de jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van 1996 tot 2002 over alle meetplaatsen van het telemetrisch meetnet algemene luchtkwaliteit van VMM, uitgemiddeld naar industrieel, voorstedelijk, stedelijk en landelijk gebied en naar heel Vlaanderen. Deze indicator geeft een beeld van de langdurige blootstelling aan PM₁₀. Tot 1998 zien we een daling van de gemeten PM₁₀-concentraties. Daarna is het verloop eerder schommelend. De gemeten PM₁₀-concentraties zijn niet eenduidig te koppelen met de PM₁₀-emissie. Verschillende elementen spelen hierin een rol. Een gedeelte van de PM₁₀-concentraties wordt secundair gevormd en is dan ook niet opgenomen in de emissie-inventaris. Natuurlijke bronnen zoals zeezout dragen eveneens bij tot de gemeten PM₁₀-concentraties. Het aandeel vanuit het buitenland is niet gekend. De gemeten concentraties zijn ook afhankelijk van de jaarlijks wisselende weersomstandigheden. Zo hebben de strenge winter van 1996 en de koudegolf begin 1997 bijgedragen tot hogere jaargemiddelde concentraties. De reeds beschikbare resultaten van 2003 wijzen erop dat de jaargemiddelde concentraties in 2003 hoger zullen liggen dan in 2002.

In 2002 blijven de concentraties in de vier gebieden onder de KTD (40 µg/m³). In 2001 werden er in Vlaanderen nog overschrijdingen vastgesteld in 5 van de 15 meetstations en in 2002 in 3 van de 16 meetstations: in het voorstedelijk meetstation van Ruisbroek en in de industriële meetstations van Evergem en Oostrozebeke. De MLTD (20 µg/m³) wordt nog in geen enkel meetstation in de periode 1996-2002 gerespecteerd.

Figuur 2: Evolutie jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de lucht (Vlaanderen, 1996-2002)



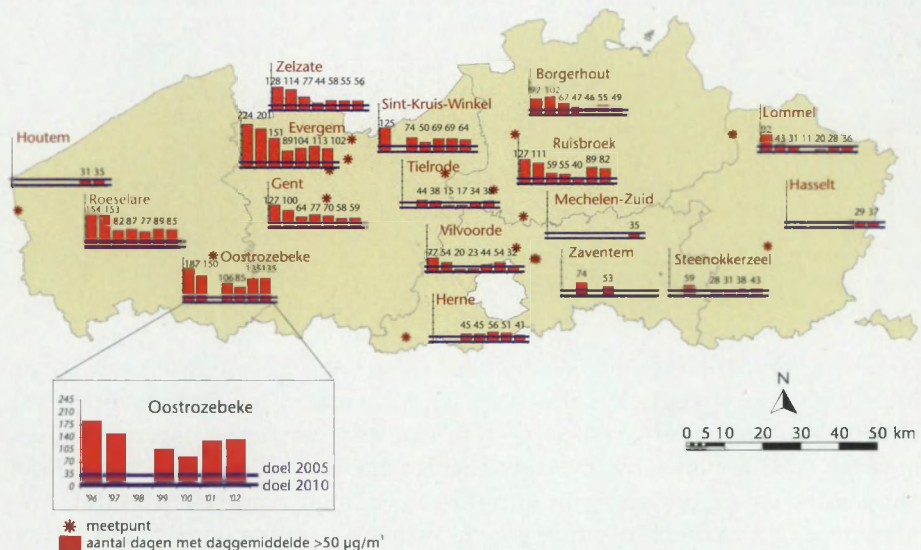
Bron: VMM.

Ter informatie: de jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentratie bedroeg in 2002 in Mechelen-Nekkerspoel, Mechelen-Zuid en Zaventem respectievelijk $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

— Daggemiddelde PM_{10} -concentratie in lucht

De daggemiddelde concentratie PM_{10} geeft een beeld van de kortdurende blootstelling aan PM_{10} . De KTD voor daggemiddelde concentratie bepaalt dat niet meer dan 35 dagen een concentratie van meer dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} mogen hebben. Figuur 3 geeft het aantal dagen waarop de daggemiddelde PM_{10} -concentratie boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uitsteeg in de periode 1996-2002 voor de verschillende meetstations in Vlaanderen. Hieruit blijkt dat in 2002 op 13 van de 16 meetplaatsen de KTD wordt overschreden. Net zoals in 2001 wordt in 2002 het grootste aantal overschrijdingen vastgesteld in de industriële stations te Evergem en Sint-Kruis-Winkel, in de voorstedelijke stations in Ruisbroek en Roeselare en in het station van Oostrozebeke. De MLTD - niet meer dan 7 dagen een concentratie boven de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - wordt in de periode 1996-2002 op geen enkele plaats gehaald.

Figuur 3: Aantal dagen waarop de daggemiddelde PM_{10} -concentratie groter is dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Vlaanderen, 1996-2002)



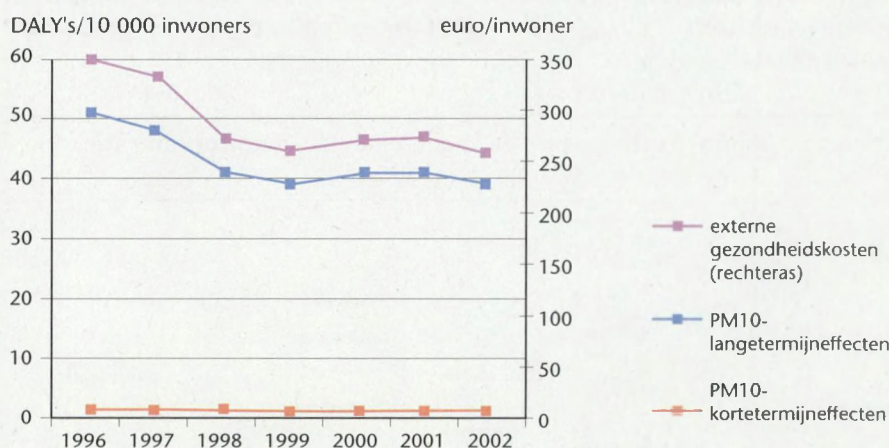
Bron: VMM.

3 Gevolgen voor mens en economie

— Verloren gezonde levensjaren (DALY's)

Op basis van de internationale kennis over de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging op de mens, wordt het *aantal verloren gezonde levensjaren* bepaald ten gevolge van de blootstelling aan PM₁₀ (figuur 4). Deze indicator wordt uitgedrukt in DALY's (*disability adjusted life years*, 3.1 Mens) en is berekend op basis van de jaargemiddelde concentraties aan PM₁₀ in de lucht in Vlaanderen.

Figuur 4: Evolutie van verloren gezonde levensjaren (DALY's) per 10 000 inwoners en de externe gezondheidskosten per inwoner door blootstelling aan PM₁₀ (Vlaanderen, 1996-2002)



Bron: Vito.

Het aantal verloren gezonde levensjaren door zowel kortetermijn- als langetermijneffecten wijzigt niet significant. Dit komt omdat de onzekerheid over de effecten en de waardering ervan, groter is dan de verandering in concentraties. Er is een spreiding met ongeveer een factor 2 op de resultaten in figuur 4. Door aanpassing van de gemeten concentraties en het toegenomen belang van chronische ziekten in de berekening van de verloren gezonde levensjaren zijn de resultaten in figuur 4 met ongeveer 1/3^e verhoogd ten opzichte van MIRA-T 2002.

Meer en meer verschuift de aandacht naar de PM_{2,5} of zelfs naar de *ultrafijne deeltjes* met a.d. kleiner dan 0,1 µm. Langdurige blootstelling aan PM_{2,5} veroorzaakt sterfte door hart- en luchtwegaandoeningen of door longkanker. Blootstelling aan roetdeeltjes in de nabijheid van wegen is een risicofactor. Toxicologisch onderzoek suggereert dat de aanwezigheid van kankerverwekkende stoffen en metalen op stof en de ultrafijne fractie van zwevend stof bepalende

factoren zijn die een deel van de impact van PM₁₀ kunnen verklaren. Maar er zijn nog steeds te weinig bewijzen vanuit de toxicologie en de geneeskunde om alle effecten, die in de epidemiologische studies gevonden worden, te verklaren.

— Externe gezondheidskosten

De gezondheidseffecten door PM₁₀ brengen kosten met zich mee (figuur 4). Deze kosten worden niet gedragen door de vervuilende activiteiten, maar door de maatschappij. Het zijn externe kosten. Externe kosten veroorzaakt door milieuverontreiniging noemt men milieuschadekosten. *Externe gezondheidskosten* zijn hier een onderdeel van. Uitgaande van dezelfde kennis over PM₁₀ als voor de bepaling van de verloren gezonde levensjaren, is een inschatting van de externe gezondheidskosten van luchtverontreiniging door PM₁₀ gemaakt. De economische waardering van deze effecten gebeurt op basis van economische waarderingstudies uitgevoerd in Europa en de Verenigde Staten. De evolutie van de ingeschatte externe gezondheidskosten volgt deze van de verloren gezonde levensjaren. De totale economische impact van PM₁₀ wordt begroot op ongeveer 250 euro per inwoner in 2002. Dit komt neer op 1,5 miljard euro voor heel Vlaanderen of ongeveer 1 % van het BBP. De onzekerheid op deze gegevens bedraagt een factor 2,5.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van zwevend stof op www.milieurapport.be/AG

Referenties

EU (1999) Richtlijn 1999/30/EG van de Raad van 22 april 1999 betreffende grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht, *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen*, **L163/41**.

EU (2001) Richtlijn 2001/81/EG van de Raad van 23 oktober 2001 inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen, *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen*, **L 309/22**.

Schrooten L., Van Rompaey H. (2002) Emissie-inventaris fijn stof Vlaanderen voor 1995 en 2000, studie uitgevoerd in opdracht van VMM, Vito rapport 2002/IMS/R/200.

Lectoren

Bram Claeys, SGS Environmental Services

Vanessa Cornelis, VMM

Raf De Fré, Jan Kretzschmar, Vito

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Luk Duerinck, Belgische Petroleum Federatie

Birgit Dumez, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Dirk Gullentops, Figas

Peter Hoet, Faculteit Geneeskunde, K.U.Leuven

Jan Kegels, Umicore

Jan Kretzschmar, Vito

Leen Meheus, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Patrick Van den Bossche, Agoria Metalen & Materialen

Mirka Van der Elst, Afdeling AMINABEL, ANIMAL

Wim Verrelst, Milieudienst, BASF Antwerpen nv

Hugo Westyn, Electrabel

Dirk Wildemeersch, Gezondheidsinspectie coördinatie, Departement WVC

2.6 Ioniserende straling

Hans Vanmaŕcke, Johan Paridaens, Gilbert Eggermont,
Afdeling Stralingsbescherming, SCK

Harrie Mol, Europese Hogeschool Brussel, EHSAL

Koen Schoeters, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Johan Brouwers, MIRA, VMM

Onstabiele atoomkernen of *radionucleïden* zijn van nature aanwezig in mens en milieu. Industriële processen kunnen ze ook aanmaken of concentreren waarbij verspreiding mogelijk is via gebruik en lozing. *Radioactiviteit* is het fysisch verschijnsel waarbij deze nucleïden uiteenvallen. Dit gaat gepaard met de uitzending van *ioniserende straling*. Die straling kan in levende wezens biologische schade veroorzaken wat kan leiden tot erfelijke afwijkingen en kanker. Dat maakt een afdoend beheer tegen blootstelling aan ioniserende straling noodzakelijk.



Aantal medische onderzoeken in de radiologie en de nucleaire geneeskunde



Vast nucleair afval opgeslagen in afwachting van berging



Blootstelling door radiologische onderzoeken en nucleaire geneeskunde



Inventaris van installaties en sites met radioactieve stoffen



Gezondheidseffecten van radon



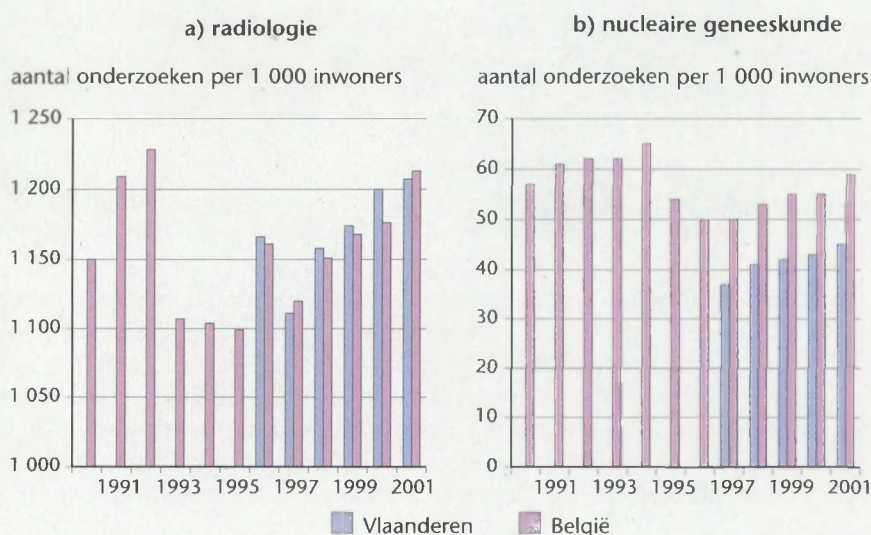
Risicoperceptie van ioniserende straling in Vlaanderen

1 Milieudruk

— Aantal medische onderzoeken in de radiologie en de nucleaire geneeskunde

Het aantal onderzoeken in de radiologie en de nucleaire geneeskunde (= de toediening van radionucleïden voor medische beeldvorming) neemt sinds 1997 jaarlijks toe met ongeveer 2 %, en dit ondanks inspanningen om de kost voor de sociale zekerheid te beheersen (figuur 1).

Figuur 1: Evolutie van het aantal onderzoeken in de radiologie (a) (België, 1990-2001; Vlaanderen, 1996-2001) en in de nucleaire geneeskunde (b) (België, 1990-2001; Vlaanderen, 1997-2001)



Bron: RIZIV.

Tabel 1 geeft voor beide onderzoekstechnieken de vijf belangrijkste onderzoeken en hun gemiddelde frequentie. In de radiologie valt op dat de relatief nieuwe CT-techniek (Computed Tomography) in 7 % van de gevallen wordt toegepast. Echografie en magnetische resonantie zijn technieken die soms een goed alternatief bieden en die geen ioniserende straling gebruiken. Zij worden in 26 %, respectievelijk 2 % van het aantal onderzoeken in de medische beeldvorming gebruikt. Bij de nucleaire geneeskunde valt op dat botscintigrafie (botscan) veruit het merendeel van de onderzoeken uitmaakt. Het therapeutisch gebruik van radionucleïden in de nucleaire geneeskunde is zeer beperkt in vergelijking met de diagnostische toepassingen en bestaat voornamelijk uit de behandeling van de schildklier met jodium-131.

Tabel 1: De relatieve frequentie van de vijf belangrijkste onderzoeken voor radiologie en nucleaire geneeskunde (Vlaanderen, 2001)

radiologie*		nucleaire geneeskunde	
extremititeiten	23 %	botscintigrafie	45 %
thorax	17 %	schildklierscintigrafie	18 %
CT-scan	7 %	myocard perfusie (hart)	12 %
ruggenwervels	6 %	myocard ejectie (hart)	5 %
mammografie	6 %	long perfusie	5 %

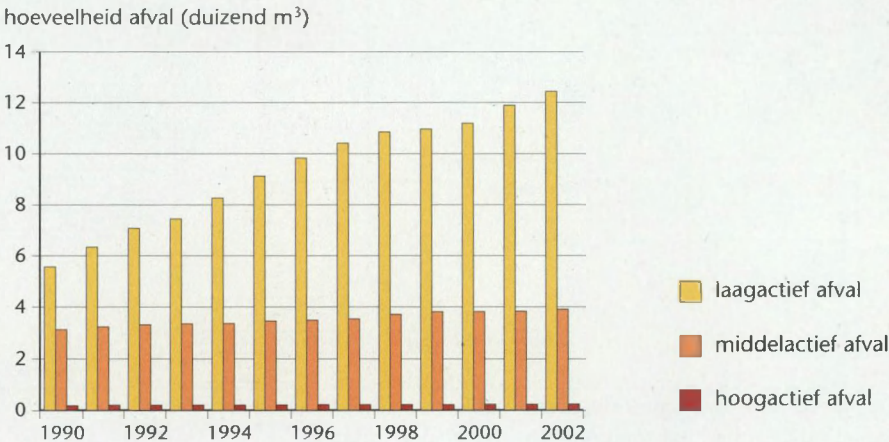
* Hierbij zijn ook echografie en magnetische resonantie — twee technieken die géén ioniserende straling gebruiken — verrekend bij de bepaling van de percentages.

Bron: radiologie: RIZIV; nucleaire geneeskunde: De Geest, 2002.

— Vast nucleair afval opgeslagen in afwachting van berging

Figuur 2 toont de hoeveelheden radioactief afval die bij Belgoprocess, de industriële dochtermaatschappij van de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) in Dessel worden opgeslagen. In afwachting van berging nemen deze hoeveelheden jaarlijks toe. Volgens de recentste ramingen die rekening houden met de nieuwe wetgeving (KB van 20 juli 2001) inzake vrijgave van radioactief afval, raamt NIRAS de afvalvolumes die het tegen 2070 zal moeten beheren op 72 000 m³ laagactief afval, 8 900 m³ middelactief afval en 2 100 tot 5 000 m³ hoogactief afval afhankelijk van het al dan niet opwerken van de bestraalde brandstof. Meer dan de helft van het laagactief afval en een deel van het middelactief afval zou afkomstig zijn van de ontmanteling van de bestaande nucleaire installaties.

Figuur 2: Evolutie van de totale opslag (gecumuleerd) van geconditioneerd radioactief afval bij Belgoprocess te Dessel (1990-2002)

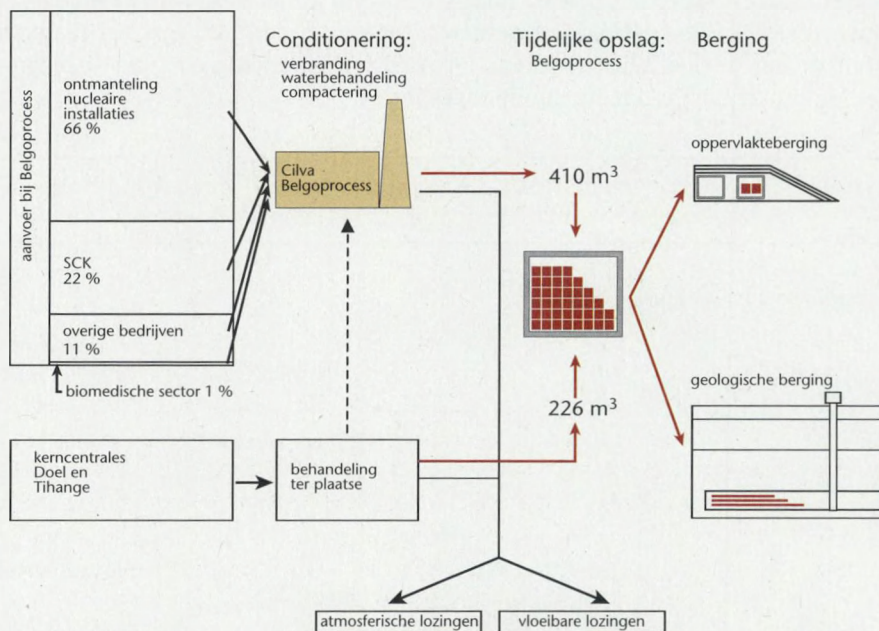


Bron: NIRAS.

Meer gedetailleerde cijfers over de productie en de verwerking van radioactief afval voor het jaar 2002 staan in figuur 3. Dat jaar was het grootste volume niet-geconditioneerd afval (66 %) afkomstig van de ontmanteling van oude nucleaire installaties in Mol-Dessel. Het nucleair onderzoek bij het Studiecentrum voor Kernonderzoek (SCK) vertegenwoordigde 22 % en de overige bedrijven 11 %. Ziekenhuizen en biomedische laboratoria voerden in 2002 slechts 1 % van het afval bij Belgoproces aan. Na verwerking werd 410 m³ laagactief en middelactief geconditioneerd afval bekomen. De kerncentrales van Doel en Tihange verwerken hun afval gedeeltelijk ter plaatse en droegen in 2002 slechts 228 m³ geconditioneerd afval aan NIRAS over (226 m³ in 2002 zelf in opslaggebouwen opgenomen). Het KB van 18 november 2002 bepaalt dat elke exploitant die een installatie heeft voor opslag, verwerking, conditionering en karakterisering van nucleair afval door NIRAS erkend moet worden. Het nucleair afval moet aan acceptatiecriteria voldoen en de exploitant moet dit met een kwaliteitssysteem kunnen aantonen. Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) kan staalnames opleggen en NIRAS kan inspecties uitvoeren en erkenningen intrekken. Buitenlandse conditionering moet voorafgaandelijk door NIRAS worden goedgekeurd.

Figuur 3: Productie van radioactief afval en verwerking door Belgoproces (2002)

Productie niet-geconditioneerd afval



De procenten in deze figuur zijn uitgedrukt ten aanzien van het totale volume.

De gebruikte kernbrandstof is niet beschouwd in deze figuur.

Bron: Covens, 1997; NIRAS.

Belgoprocess behandelt de radioactief besmette *afvalwaters* van de nucleaire bedrijven in Mol-Dessel en loost de gezuiverde afvalwaters in de Molse Nete. De lozingen in de Molse Nete bedroegen in 2002 voor tritium 2 200 GBq en voor de andere bètastralers 1,4 GBq. In oktober 2002 veroordeelde de rechtbank van Turnhout NIRAS en de vroegere eigenaar SCK om de afvoerleiding binnen het jaar uit de tuinen van een aantal privé-eigendommen te verwijderen. Belgoprocess, die de afvoerleiding exploiteert, heeft het tracé over een lengte van 1 650 m verlegd. De kosten voor het verwijderen van de oude leiding en het herstellen van de terreinen worden door de Belgische Staat gedragen via het fonds voor de sanering van de nucleaire installaties van SCK uit het verleden.

Eind 2002 was er heel wat mediabelangstelling voor enkele tientallen *vaten* met radioactief afval bij Belgoprocess die gebreken vertonen. De vaten dateren uit de jaren '80 en waren gedeeltelijk bestemd voor storting in zee. Die storting heeft echter nooit plaatsgevonden. Een aantal gecementeerde vaten vertonen roestvorming met soms perforatie van het vat tot gevolg, en bij een aantal vaten gebitumineerd afval werd zwelling vastgesteld. In beide gevallen is er geen radioactiviteit in de omgeving terechtgekomen. 2 000 van de 49 000 vaten bij Belgoprocess zijn op dezelfde manier geconditioneerd en kunnen dus op termijn gelijkaardige gebreken vertonen. Een groot deel van deze vaten werd destijds door SCK geconditioneerd, maar ze voldoen niet aan de *huidige* acceptatiecriteria. Dit geeft meteen ook aan dat de wijziging van acceptatiecriteria door veranderende bergingskeuze een probleem vormt. NIRAS heeft de genoemde vaten nooit overgenomen zodat de kosten voor toezicht en herverpakking door de eigenaars moeten gedragen worden, waaronder de Belgische Staat via de fondsen voor de sanering van de nucleaire installaties uit het verleden in Mol-Dessel.

NIRAS publiceerde in 2001 het SAFIR-2 rapport met de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek van de laatste tien jaren naar de berging van hoogactief en langlevend afval in diepgelegen kleilagen. Een leescomité, opgericht op initiatief van NIRAS en bestaande uit 12 experts uit diverse disciplines, stelde een aantal prioritair te onderzoeken punten vast zoals de technische uitvoerbaarheid en de praktische uitvoering van de bergingsinstallatie, en de verenigbaarheid van de verschillende afvalklassen met de klei-gastformatie. Het herinnerde ook aan de aanbevelingen van SAFIR-1 uit 1990 in verband met gebitumineerd afval. Het *bergingsonderzoek* heeft zich tot nu toe vooral toegespitst op hoogactief verglaasd afval en in mindere mate op geconditioneerde bestraalde brandstofelementen. De voorbij 10 jaar is internationaal een zekere terughoudendheid ontstaan ten aanzien van bitumen als afvalmatrix. In België is een grote hoeveelheid (14 000-tal vaten) middelactief gebitumineerd afval van de vroegere opwerkingsfabriek Eurochemic in Dessel problematisch. Er dient rekening mee gehouden dat dit afval mogelijks niet verenigbaar zal zijn met de Boomse klei en dus zal moeten geherconditioneerd worden in een nog te ontwikkelen nieuwe afvalverpakking. Een alternatief zou berging kunnen zijn in een meer compatibele geologie in het buitenland. OESO publiceerde in 2003 een internationaal peer review rapport van SAFIR-2, met daarin zowel een appreciatie voor het reeds uitgevoerde onderzoek als suggesties voor bijsturing (OECD, 2003). Inmiddels zet SCK de studie in opdracht van NIRAS naar de

verenigbaarheid van het bitumenafval met de Boomse Klei meer gespecificeerd verder. De resultaten van deze studie worden verwacht binnen de 5 jaar. Deze studie spitst zich nog niet toe op herconditionering.

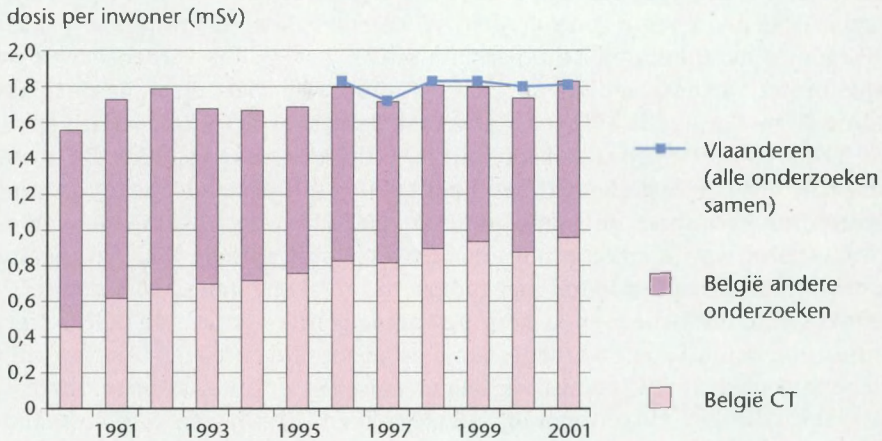
De wet van 31 januari 2003 bepaalt dat de *kerncentrales dicht* moeten als ze veertig jaar oud zijn. De sluiting van de kerncentrales vanaf 2015 heeft niet onmiddellijk gevolgen voor de Belgische Kyoto-doelstelling van 7,5 % vermindering van de broeikasgasuitstoot in de periode 2008-2012, maar maakt de uitdaging nadien des te groter. De kerncentrales waren in 2002 immers goed voor 57,6 % van de totale elektriciteitsproductie in België. Een sluiting van de kerncentrales met vervanging door klassieke elektriciteitscentrales zou — bij een gelijkblijvend verbruikspatroon en zonder bijkomende investeringen in WKK-centrales en groene stroom — de CO₂-uitstoot van de elektriciteitssector verdubbelen (in het geval van aardgascentrales) tot verdrievoudigen (in het geval van steenkoolcentrales).

2 Milieukwaliteit

— Blootstelling door radiologische onderzoeken en nucleaire geneeskunde

Het verloop van de gemiddelde effectieve dosis die men jaarlijks ontvangt bij *radiologische onderzoeken*, is weergegeven in figuur 4. De dosis afkomstig van de meer performante maar ook meer belastende CT-onderzoeken is in 11 jaar verdubbeld tot ongeveer 1 mSv per jaar. De totale dosis neemt minder toe omdat de toename van CT gedeeltelijk gecompenseerd wordt door een afname van conventionele onderzoeken, met name ruggenwervel-, maag- en darmonderzoeken. Uit een onderzoek bij 15 Vlaamse ziekenhuizen bleek dat de Europese richtlijnen (Europese Commissie, 1996) in verband met stralingsbescherming in de *pediatrie* nauwelijks bekend zijn. Ook bleek dat de stralingsbeschermingstechnieken specifiek voor kleine kinderen op de meerderheid van de *pediatrische* diensten niet gekend zijn of niet worden toegepast (Bijmens, 2003). FANC voorziet een inventarisatie van de dosis voor patiënt en medisch personeel bij pediatrische CT en interventionele cardiologie. Dit kan waardevolle informatie opleveren over de blootstelling van de Belgische bevolking en moet bijdragen tot het opstellen van diagnostische referentieniveaus. Vanaf 30 augustus 2003 moet bovendien alle bestaande apparatuur voor radiodiagnose bij kinderen, bevolkingsonderzoeken (bv. de gratis borstkankerscreening bij vrouwen tussen 50 en 69 jaar), CT en interventionele technieken voorzien zijn van een systeem om de opgelopen dosis te bepalen. Over de uitvoering van deze maatregel bestaat echter grote verwarring.

Figuur 4: Verloop van de gemiddelde effectieve jaardosis tengevolge van radiologische onderzoeken (België, 1990-2001; Vlaanderen, 1996-2001)



Bron: H. Mol op basis van RIZIV.

Een onderzoek op 19 diensten *nucleaire geneeskunde* in Vlaanderen schat de gemiddelde dosis voor een patiënt op 4,2 mSv (De Geest, 2002). Daarmee zit Vlaanderen op het gemiddelde van andere Westerse landen (UNSCEAR, 2000). Uitgespreid over de totale bevolking resulteert dit in een gemiddelde jaardosis per hoofd van 0,19 mSv.

De Belgische vereniging voor nucleaire geneeskunde heeft richtlijnen gepubliceerd over het gebruik van radionucliden en toedieningshoeveelheden voor verschillende onderzoeken. Deze richtlijnen passen in het kader van de diagnostische referentieniveaus, zoals beschreven in het KB van 20 juli 2001. Daarnaast werkte de Hoge Gezondheidsraad (HGR) een specifiek advies uit over lijkbezorging van patiënten behandeld met radionucliden. Bij diagnose doet er zich geen probleem voor naar crematie toe. Bij therapeutische en palliatieve toediening van radionucliden is een informatieprocedure voorgesteld om nabestaanden, lijkbezorgingdiensten en het milieu voldoende te beschermen. Voor het geval een patiënt behandeld met radionucliden vroegtijdig zou overlijden, zijn ook voorwaarden voor de balseming en crematie opgesteld.

Door de 1,81 mSv gemiddelde blootstelling ten gevolge van radiologische onderzoeken in 2001 (figuur 4) op te tellen bij de 0,19 mSv van de nucleaire geneeskunde, komen we aan een *gemiddelde medische blootstelling* in Vlaanderen van 2,0 mSv per jaar. Dit is hoog in vergelijking met andere West-Europese landen.

— Inventaris van installaties en sites met radioactieve stoffen

De programmawet van 12 december 1997 geeft NIRAS de opdracht tot inventarisatie van alle nucleaire sites in België en tot controle van de fondsen voor de verwerking en berging van het radioactief afval, inclusief het ontmantelingsafval. NIRAS heeft begin 2003 de *eerste vijfjaarlijkse inventaris* (1998-2002) aan de regering overhandigd. De inventaris omvat 1 064 sites verdeeld over 951 exploitanten die houder zijn van 3 510 vergunningen. Het betreft de nucleaire industrie, medische instellingen, onderzoekscentra en de talrijke bedrijven die ioniserende straling gebruiken voor diverse industriële toepassingen. De inventaris van het radioactief afval bedraagt 21 000 m³ geconditioneerd en niet-geconditioneerd afval¹ en 9 200 bronnen. Het afval dat zal ontstaan bij de ontmanteling van alle vergunde installaties wordt geraamd op 47 000 ton radioactief afval, 1 495 000 ton niet-radioactief afval en bijna 1 900 bronnen. De kostprijs voor het beheer en de berging van de geïnventariseerde radioactieve stoffen op 1 januari 2000 wordt geraamd op 5,6 miljard euro en is hoofdzakelijk gekoppeld aan een vijftiental sites. De nucleaire exploitanten hebben provisies vastgelegd die deze kosten voor bijna 84 % dekken, dit zijn voor 50 % bestaande provisies en voor 34 % provisies die zullen aangelegd worden binnen een bestaand financieringsmechanisme. Het saldo dat niet gedekt is op 1 januari 2000 heeft vooral betrekking op de ontmanteling en sanering van de proefopwerkingsfabriek Eurochemic in Dessel en de vroegere afvalverwerkingsafdeling van SCK. De federale regering heeft daarom in de programmawet van 24 december 2002 de mogelijkheid voorzien om de saneringskosten in de toekomst op te nemen in de stroomprijs en dus door te schuiven naar de eindverbruiker. De provisies voor de ontmanteling van kerncentrales en het beheer van het kernafval en de nieuw ingevoerde bijdrage voor de ontmanteling van de proefreactoren in Mol-Dessel worden echter niet gespecificeerd op de facturen aan de eindverbruiker. Dit staat in schril contrast tot andere, vergelijkbare meerkosten als de ecologische en sociale openbare dienst-verplichtingen en de bijdrage voor de financiering van de CREG (MiNa-Raad, 2003).

Binnen het kader van de *tweede inventarisatie* (2003-2007) loopt momenteel een onderzoek naar sites besmet met verhoogde concentraties aan natuurlijke radioactieve stoffen door (niet-nucleaire) industriële verwerking. Deze activiteiten waren vroeger niet onderworpen aan een vergunning. De tweede inventarisatiefase bouwt voort op de resultaten van de SCK-studies voor MIRA die de fosfaatindustrie en de historische radiumindustrie identificeerden als de belangrijkste industrietakken in Vlaanderen in dit verband (Paridaens & Vanmarcke, 2001 en 2002). De beslissing om deze sites te saneren behoort tot de bevoegdheid van FANC. Omdat deze sites meestal ook niet-radioactief verontreinigende stoffen bevatten, vereist de eventuele sanering ervan een samenwerking tussen de federale overheid voor het nucleair gedeelte en de regionale overheid voor het niet-nucleair gedeelte.

¹ Het geconditioneerde afval opgeslagen bij Belgoprocess (figuur 2) is maar een (belangrijk) deel van de huidige inventaris aan geconditioneerd en niet-geconditioneerd afval in België.

Tussen 1994 en midden 2002 haalde NIRAS 56 000 *ionisatie-rookmelders* op, voornamelijk afkomstig van industriële toepassingen. Daarnaast zijn er honderdduizenden verspreid in Vlaamse woningen die na gebruik in het gewone huishoudafval of in de selectieve verzamelcentra terechtkomen. De hoeveelheid radioactiviteit per rookmelder is sterk gedaald ten opzichte van het verleden en is nog steeds dalend (30 à 50 kBq americium-241 nu ten opzichte van tot 3 MBq vroeger). Op vraag van FANC heeft HGR in 2003 een advies over ionisatie-rookmelders uitgebracht. HGR moedigt het gebruik van rookmelders aan voor de bescherming van personen tegen de gevaren van rook en brand. Voor huishoudelijke toepassingen kiest HGR, uit het oogpunt van slachtofferreductie bij smeulbranden, voor het stimuleren van optische rookmelders, gekoppeld aan een uitdoingsbeleid voor het gebruik van ionisatie-rookmelders. Nadeel is de hogere prijs van de optische rookmelders. Voor industriële toepassingen en grote gebouwen pleit HGR er voor ionisatie-rookmelders toe te laten binnen het kader van het huidige systeem van gecontroleerde installaties. In het advies van HGR van juni 2003 wordt de afvoer van defecte of buitengebruikgestelde ionisatie-rookmelders naar NIRAS als beste oplossing beschouwd, maar alternatieve oplossingen worden niet uitgesloten.

Tot 1985 was het plaatsen van radioactieve *bliksemafleiders* toegestaan. Sindsdien zijn ze verboden omdat ze niet beter werken dan gewone bliksemafleiders en een gezondheidsrisico inhouden. FANC heeft in 2003 een campagne opgezet om de ongeveer 3 000 overgebleven radioactieve bliksemafleiders op te sporen en af te voeren naar NIRAS. De afgevoerde toestellen bevatten americium-241 (40 %), radium-226 (50 %) en krypton-85 (10 %).

3 Gevolgen voor mens, natuur en economie

— Gezondheidseffecten van radon

Het edelgas radon-222 (kortweg *radon*) is een vervalproduct van radium-226, zelf een vervalproduct van het natuurlijke uranium-238. Het kan vrij bewegen in de bodem en in bouwmaterialen en zo terechtkomen in het woonmilieu. De gemiddelde radonconcentratie van 35 Bq/m³ in de Vlaamse woningen is afkomstig van de bodem (12 Bq/m³), de bouwmaterialen (15 Bq/m³) en de buitenlucht (8 Bq/m³). De infiltratie van radon uit de bodem is afhankelijk van de ligging, het type en het gebruik van de woning en veroorzaakt soms radonconcentraties hoger dan 100 Bq/m³. Voldoende verluchting is van groot belang om de concentratie van radon in huis laag te houden. Radon is een gekend menselijk carcinogeen met genotoxische eigenschappen. De kans op longkanker hangt af van de cumulatieve dosis die bepaald wordt door de duur van de blootstelling en de radonconcentratie. De BEIR VI commissie van de Nationale Academie voor Wetenschappen van de VS kwam tot de vaststelling dat de dosis-effectrelaties uit studies op mijnwerkers ook toepasbaar waren voor de blootstelling aan radon in het woonmilieu. De vertaling van hun risicoschattingen naar de Vlaamse situatie resulteert in 100 tot 700 longkankers per jaar. Vooral rokers

lopen een risico omdat roken en blootstelling aan radon elkaar versterken bij het veroorzaken van longkanker.

— Risicoperceptie van ioniserende straling in Vlaanderen

SCK heeft in november 2002 een peiling uitgevoerd in België naar de perceptie van het grote publiek over risico's in het algemeen en nucleaire activiteiten in het bijzonder (Carlé & Hardeman, 2003). Daaruit blijkt dat de technologische risico's niet de belangrijkste bekommernis zijn van de bevolking. Maar ondanks de grotere bezorgdheid over terrorisme, onveiligheid, aantasting van het leefmilieu, verslavingen en verkeersongevallen schat de Vlaming de meeste technologische risico's hoog in. Nauwelijks ernstig beoordeelde risico's zijn medische radiografieën en GSM's. Ook radon in woningen geeft geringe zorg, maar het grootste deel (77 %) van de ondervraagde Vlamingen bekent nog nooit over het radonrisico gehoord te hebben. Een discrepantie met de werkelijkheid valt op gezien de medische blootstelling en de radonblootstelling vanuit de belangrijkste bronnen van ioniserende straling voor de bevolking zijn.

Op de vraag naar argumenten die pleiten tegen het nucleaire kruist men vooral het radioactief afval, het ongeval van Tsjernobyl en de kwetsbaarheid van de nucleaire installaties aan. Binnen de argumenten pro-nucleair duiden ongeveer even grote groepen de elektriciteitsprijs, de afwezigheid van CO₂-emissies en de onafhankelijke energievoorziening aan. Het merendeel van de ondervraagde Vlamingen vindt de vermindering van het aantal kerncentrales een goede zaak omdat ze vrezen voor terroristische aanslagen gericht tegen nucleaire installaties en denken dat de kerncentrales een negatieve invloed hebben op de toekomst van onze kinderen. Men is wel akkoord om het nucleair wetenschappelijk onderzoek verder te zetten. De resultaten van de SCK-enquête (Carlé & Hardeman, 2003) komen in grote lijnen overeen met de resultaten van de jaarlijkse peilingen in Frankrijk en door de Europese Commissie in de 15 EU-lidstaten.



Meer informatie in het achtergronddocument Ioniserende straling op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

Bijnens A. (2003) Het toepassen van 'Kwaliteitscriteria voor röntgendiagnostiek-opnamen bij kinderen' in verschillende ziekenhuizen, Eindwerk EHSAL Hogeschool, opleiding medische beeldvorming, Brussel.

Carlé B., Hardeman F. (2003) Veiligheid en risicoperceptie. Resultaten van de opiniepeiling van november 2002 in België, SCK-rapport, BLG 938, Mol.

Covens P. (1997) Organisatie en beheer van vervalstockage van radioactief afval in VUB en AZ, Vrije Universiteit Brussel, Brussel.

De Geest E. (2002) A multi centre study of the administered activity in nuclear medicine departments in Belgium, voordracht op het EANM congres, Wenen.

Europese Commissie (1996) European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics, EUR 16261, Luxembourg.

MiNa-Raad (2003) Evaluatieverslag van 11 september 2003 over de VREG, D/2003/7080/A51, www.minaraad.be

OECD (2003) SAFIR-2: Belgian R&D programme on the deep disposal of high-level and long-lived radioactive waste. An international peer-review, ISBN 92-64-18499-6.

Paridaens J., Vanmarcke H. (2001) Inventarisatie en karakterisatie van verhoogde concentraties aan natuurlijke radionucliden van industriële oorsprong in Vlaanderen, SCK-studie in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, BLG 884, Mol.

Paridaens J., Vanmarcke H. (2002) Aanvulling op de inventarisatie en karakterisatie van verhoogde concentraties aan natuurlijke radionucliden van industriële oorsprong in Vlaanderen, SCK-studie in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, BLG 916, Mol.

UNSCEAR (2000) Sources and effects of ionizing radiation, Publication No. E.00.IX.3, United Nations, New York.

Lectoren

Jules Baert, Verbond der Verzorgingsinstellingen

Philippe Cornille, SGS Environmental Services

Toon De Kesel, Innogenetics

Peter De Preter, NIRAS

Günther De Wannemacker, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Birgit Dumez, Directoraat-generaal, AMINAL

Dirk Knapen, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Alain Parmentier, Nucleaire Productiezone Doel, Electrabel

André Poffijn, FANC

Rudi Torfs, Vito

Jos Uyttenhove, Vakgroep Subatomaire en Stralingsfysica, UGent

Jim Williame, Ecopower cvba

2.7 Lawaai

Dick Botteldooren, Luc Dekoninck, Tom De Muer, INTEC, UGent

Jan Thoen, Jan Caerels, ATF, K.U.Leuven

Hanne Degans, MIRA, VMM

In dichtbevolkte en geïndustrialiseerde regio's als Vlaanderen is lawaai of *geluidshinder* een belangrijke bedreiging van de levenskwaliteit geworden. Alhoewel de groei in 2002 lijkt te vertragen en voor luchtverkeer zelfs daalt, is de druk op het geluidsklimaat door *verkeer* & vervoer de voorbije jaren sterk toegenomen. Veranderende leefgewoontes beïnvloeden de hinder door recreatie- en burengeluid, twee niet onbelangrijke bronnen van lawaai.

Bij de keuze van de indicatoren voor lawaai werd rekening gehouden met enerzijds de belangrijkheid van de bron op Vlaams niveau (afgeleid uit geluidshinderenquêtes) en anderzijds de meetbaarheid. Hierdoor komen geluidsbronnen zoals industrie, handel & diensten en recreatie niet aan bod in de analyse van de milieudruk en de milieukwaliteit. De impactindicatoren houden wel rekening met alle geluidsbronnen.

Omwille van de actualiteitswaarde van *nachtgeluid* nabij luchthavens is een indicator toegevoegd die vliegtuiggeluid tijdens de nacht opvolgt in een aantal observatiepunten.

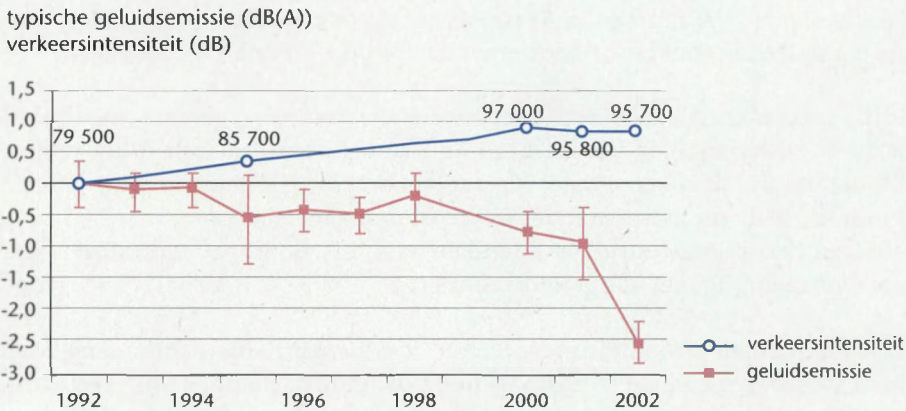
-
- | | | | |
|---|-----|---|---|
|  | tot |  | Typische geluidsemissie door het verkeer op autosnelwegen |
|  | | | Percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeergeluid ($L_{Aeq,dag}$ en $L_{A_{den}} > 65 \text{ dB(A)}$) |
|  | | | Aantal inwoners blootgesteld aan vliegtuiggeluid rond Brussel-Nationaal en regionale luchthavens ($L_{A_{dn}} > 60 \text{ dB(A)}$) |
| ? | | | Gemiddeld aantal vliegtuiggecorrleerde geluidsevents per maand gedurende de nachtperiode boven $L_{Aeq,asec,max} \geq 75 \text{ dB(A)}$ |
|  | | | Aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid |
|  | | | Potentiële geluidsverstoring van ecotopen geschikt voor geluidsgevoelige vogelsoorten |
-

1 Milieudruk

— Typische geluidsemissie door het verkeer op autosnelwegen

Continue geluidsmetingen nabij een autosnelweg (E40 in Wetteren) dienen als basis voor het karakteriseren van de *typische geluidsemissie* door het verkeer op autosnelwegen. De *typische geluidsemissie*, die relatief (in dB(A)) ten opzichte van het referentiejaar 1992 wordt uitgedrukt (figuur 1), wordt vergeleken met de verkeersintensiteit, eveneens in dB ten opzichte van 1992.

Figuur 1: Evolutie van de typische geluidsemissie door het verkeer op autosnelwegen in dB(A) en het verloop van de jaargemiddelde verkeersintensiteit (voertuigen/16 uur) op de snelweg nabij het meetpunt in dB, ten opzichte van het referentiejaar 1992 (Vlaanderen, 1992-2002)



Het 95 % onzekerheidsinterval op de bewerkte experimentele data is aangegeven. Enkele jaargemiddelde 16-uur verkeersintensiteiten zijn als labels toegevoegd.

Bron: bewerkte gegevens meetnet ANNE, AMINAL.

De sterke daling tussen 2000 en 2002 is opvallend. De aanleg van een nieuw wegdek uit zeer open asfalt (type ZOA-C) in de rijrichting Oostende in april-mei 2001 is hiervoor verantwoordelijk. In 1999 was het wegdek in de rijrichting Brussel reeds vervangen. De wegwerkzaamheden die het jaargemiddelde in 2001 omhoog duwden zijn nu volledig achter de rug, zodat de volle impact van de maatregel duidelijk wordt. Deze daling is enkel indicatief voor alle snelwegen voor zover men kan aannemen dat ook op andere snelwegen het wegdek op een bepaald ogenblik zal vervangen worden. De ontkoppeling tussen groeiende verkeersintensiteit en geluidsemissie die over de volledige observatieperiode vastgesteld wordt, is echter ook gedeeltelijk te verklaren door: (1) de verzadiging van de hoofdwegen, waardoor auto's minder snel rijden; en (2) een

langzame afname van de geluidsemissie van individuele vrachtwagens omdat oudere voertuigen vervangen worden door nieuwe die voldoen aan strengere Europese geluidsnormen.

De stagnatie van de groei van de *verkeersintensiteit* nabij het meetpunt houdt reeds enkele jaren aan. Op Vlaams niveau blijft de verkeersintensiteit op autosnelwegen en gewestwegen echter groeien, alhoewel deze groei na 1999 ook vertraagde (A-wegen +1,7 %, N-wegen +1,4 % in 2002 ten opzichte van 2001).

Het overheidsbeleid rond geluid van verkeer op de hoofdwegen grijpt in op de omvang van de activiteit, de eco-efficiëntie, de wijze van gebruik (rijnsnelheid) en de infrastructuur. De gehomologeerde geluidsemissie van nieuw verkochte voertuigen geeft een indicatie van de eco-efficiëntie. Doordat minder diesel- en benzinewagens van de hoogste geluidsklassen verkocht zijn, is de gemiddelde geluidsemissie van de nieuw verkochte wagens in 2002 ongeveer 0,5 dB(A) lager dan in 2001 en de vorige jaren. Het succes van een aantal nieuwe stillere types dieselveertuigen lijkt hiervoor verantwoordelijk.

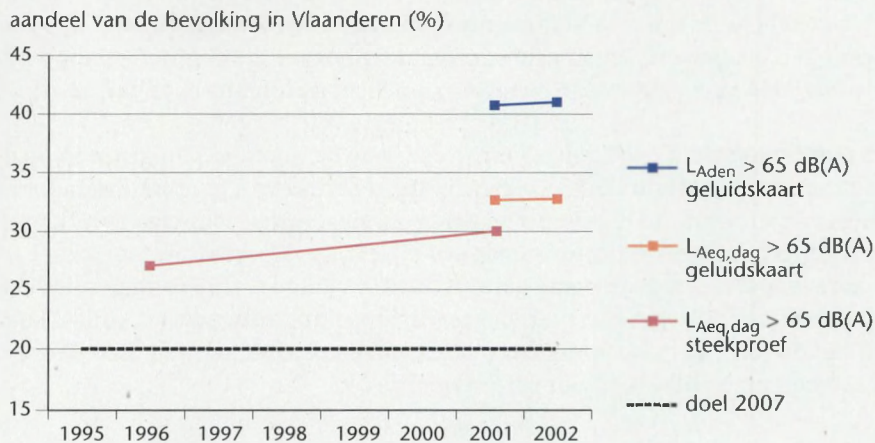
2 Milieukwaliteit

— Percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeergeluid ($L_{Aeq,dag}$ en $L_{A_{den}} > 65$ dB(A))

Het percentage van de bevolking in Vlaanderen dat overdag tijdens de week aan de gevel van de woning blootgesteld is aan geluidsdrukniveaus (L_{Aeq}) door wegverkeer hoger dan 65 dB(A), wordt vijfjaarlijks bepaald op basis van *metingen* nabij steekproefsgewijs gekozen woningen (figuur 2). Voor de tussenvallende jaren worden *geluidskaarten* opgesteld op basis van telgegevens langs de belangrijkste wegen en een gemiddelde verkeersintensiteit langs de kleinere wegen ($L_{Aeq,dag}$ en $L_{A_{den}}$).

De indicator vertoont een significant stijgende trend tussen 1996 en 2001. Dit komt bovenop de reeds bedroevende situatie ten opzichte van andere landen van de EU (tussen 13 en 20 % blootgesteld overdag, afhankelijk van de meetmethode) en is het gevolg van het dichte wegennet in Vlaanderen in combinatie met de lintbebouwing. De kortetermijndoelstelling van 20 % ($L_{Aeq} > 65$ dB(A)) tegen 2007 (MIRA-S 2000, MINA-plan 3 en het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen) wordt nog helemaal niet gehaald.

Figuur 2: Evolutie van het percentage van de bevolking in Vlaanderen (%) blootgesteld aan geluidsdrukkniveaus (L_{Aeq} overdag en L_{Aden}) boven 65 dB(A) ten gevolge van wegverkeer



Bron: metingen en geluidskaart INTEC-UGent, verkeerstellingen AWV.

Uit vergelijking van de steekproef in 2001 en 1996 werd vastgesteld dat de geluidsemissie van de verkeersstroom de stijging van de verkeersintensiteit niet volgt. Het geluidsniveau neemt, gemiddeld over de meetplaatsen, niet toe. Stiller wordende voertuigen, verbeterde wegdekkwaliteit en de hier en daar verlaagde rijsnelheid zijn hiervoor verantwoordelijk. Men zou dus verwachten dat het aandeel van de bevolking blootgesteld aan relatief hoge geluidsniveaus ($> 65 \text{ dB(A)}$) niet toeneemt. De groei van verkeersintensiteit is echter geconcentreerd op reeds drukke plaatsen, een effect dat versterkt wordt door een concentratie van zwaar verkeer op deze grote wegen. Dit zorgt ervoor dat de indicator toch is gestegen tussen 1996 en 2001. De berekening van de indicator op basis van geluidskaarten houdt geen rekening met het stiller worden van voertuigen, zodat de ontkoppeling hier niet volledig is meegenomen. Desondanks is de berekende indicator op basis van de geluidskaart constant gebleven tussen 2001 en 2002. Detailstudie van de geluidskaarten leert dat dit een evenwicht is tussen een beperkte stijging van het geluidsniveau in de buurt van de as Antwerpen-Zelzate-Eeklo-Maldegem en op enkele knooppunten nabij steden enerzijds en anderzijds een algemene doch beperkte daling in zuidwest Vlaanderen (Kortrijk). De eerstgenoemde stijging lijkt veroorzaakt door het gebruik van deze as als alternatief voor de E17. De daling in zuidwest Vlaanderen situeert zich buiten de autosnelwegen en blijft voorlopig onverklaard.

Het aantal kilometer geplaatst *geluidsscherm* kan als responsindicator gekozen worden. In 2002 werd 2,86 km geluidsscherm bijgeplaatst langs gewestwegen op een totaal van 150 km bestaand geluidsscherm. Dit is de hoogste aangroei per jaar sinds 1997. Plaatsen van geluidsschermen is echter maar in een zeer beperkt aantal situaties de beste oplossing.

Brongerichte maatregelen die ingrijpen op het gebruik van voertuigen zijn op korte- en middellangetermijn het meest geschikt om de indicator significant te doen dalen. Bijzonder interessante maatregelen zijn deze die tot een verlaging van de effectieve gereden snelheid moeten leiden (snelheidslimieten verlagen, controle, herinrichting met aandacht voor geluid bij de keuze van het wegdek, ISA ...). Tussen 1996 en 2001 werd op verschillende plaatsen zone-30 geïntroduceerd. Uit de metingen van de indicator blijkt dat in deze zones de geluidsemis-sie per voertuig significant sterker afneemt dan op plaatsen zonder zone-30. Omdat de drukste wegen echter niet in aanmerking komen voor zone-30, heeft deze maatregel geen positief effect op het percentage bevolking blootgesteld aan $L_{Aeq} > 65$ dB(A). Het sturen van de verkeersstromen (beperken van vracht-verkeer door bebouwde kom, verhinderen van gebruik van secundaire wegen als alternatief voor verzadigde hoofdwegen ...) is eveneens belangrijk voor het verlagen van de indicator, en maatregelen op het vlak van ruimtelijke ordening zijn essentieel en dringend nodig (zowel voor de inplanting van nieuwe wonin-gen als voor de inplanting van wegverkeersgenererende infrastructuur) om op langere termijn een duurzame oplossing voor de blootstelling aan weg-verkeergeluid te garanderen.

— Aantal inwoners blootgesteld aan vliegtuiggeluid rond Brussel-Nationaal en regionale luchthavens ($L_{Adn} > 60$ dB(A))

De indicator voor vliegtuiglawaai vertoonde gedurende de laatste jaren een sterke daling. In 2002 wordt deze daling zo mogelijk nog dramatischer door-gezet. Het failliet van enkele belangrijke luchtvaartmaatschappijen (SABENA/ City Bird) en de gebeurtenissen op 11 september 2001 brachten het aantal vlieg-bewegingen op de grotere luchthavens tot een dieptepunt waarvan het anno 2002 nog niet hersteld is.

In 2002 daalde in Brussel-Nationaal het aantal dagvluchten met 17 % en het aantal nachtvluchten met 7 % in vergelijking met 2001. Bovendien werd op 1 juli 2002 het maximale quotum per nachtbeweging verder beperkt waardoor vlieg-tuigen aan strengere geluidsnormen moeten voldoen. Daarnaast werden de vliegroutes voor o.a. de luidruchtige Boeing 727 gewijzigd, met een sterke daling van het aantal inwoners blootgesteld aan vliegtuiglawaai ten zuiden van de luchthaven tot gevolg.

Voor de luchthaven Oostende-Brugge daalde het totale aantal vliegbewegingen met 5 %. Het aantal nachtbewegingen met toestellen zwaarder dan 6 ton nam in 2002 af met 17 % ten opzichte van 2001 (voor 2003 werd echter opnieuw een heropleving vastgesteld). Deze daling van het aantal vliegbewegingen in 2002 is voornamelijk te wijten aan het verbod op landen en opstijgen van de lawaaie-rigste vliegtuigen (zgn. hoofdstuk II), dat inging op 1 april 2002. De geviseerde toestellen maakten een substantieel deel uit van de vloot die de luchthaven aandeed. Op de luchthaven van Antwerpen is de daling van het aantal vlieg-bewegingen kleiner (ongeveer 3 %). Deze luchthaven is gesloten gedurende de nacht en een groot deel van de bewegingen zijn trainingsvluchten die minder gevoelig zijn aan de gevolgen van de gebeurtenissen van de luchtvaart.

Nochtans is in 2002 ook de vaste lijnverbinding van KLM met Schiphol (het grootste deel van de vaste lijnvluchten) verdwenen.

Tabel 1: Aantal inwoners in Vlaanderen blootgesteld aan vliegtuiggeluid binnen de berekende $L_{Adn} = 60 \text{ dB(A)}$ -contour rond de Vlaamse luchthavens

jaar	Brussel-Nationaal*	Oostende	Antwerpen	Kortrijk
1990	51 216	..	..	..
1995	40 119	..	..	..
1996	40 376	11 900	470	..
1997	41 824	..	..	..
1998	46 364	7 125	1 454	..
1999	46 843	6 372	..	..
2000	28 586	2 079	223	17
2001	23 967	2 257	176	2
2002	15 909	345	59	15

* In tegenstelling tot vorige MIRA-edities worden de inwoners van het Brusselse Gewest vanaf 1996 niet meegerekend in het totaal.

Bron: ATF-K.U.Leuven, BIAC.

Het aantal inwoners in Vlaanderen blootgesteld aan vliegtuiggeluid rond Brussel-Nationaal en de regionale luchthavens is in 2002 zeer sterk gedaald. Het is niet a priori duidelijk wat de evolutie voor de komende jaren zal zijn. Enerzijds kan men verwachten dat het aantal vluchten terug zal stijgen naar het vroegere niveau. Anderzijds zal omwille van de opgelegde maatregelen (zoals het nachtelijk quotasysteem voor Brussel-Nationaal) deze stijging steeds moeten gebeuren met vliegtuigtypes die minder belastend zijn voor de omgeving van de luchthaven.

— Gemiddeld aantal vliegtuiggecorrleerde geluidsevents per maand gedurende de nachtperiode boven $L_{Aeq,1sec,max} \geq 75 \text{ dB(A)}$

Geluidsbelasting door vliegtuiglawaai kan op verschillende manieren worden gekarakteriseerd. Internationaal wordt de nadruk gelegd op geluidsbelasting met al dan niet gewogen equivalente geluidsdruk niveaus (L_{Anight} , L_{Adn} of L_{Aden}). Er zijn echter ook indicaties dat vooral op het gebied van slaapverstoring equivalente geluidsniveaus onvoldoende zijn om geluidsbelasting/hinder weer te geven. Factoren die hinder door slaapverstoring beïnvloeden zijn onder andere het aantal geluidspieken en de hoogte van deze geluidspieken.

Rond de luchthaven Brussel-Nationaal is sinds 1990 een uitgebreid netwerk van microfoons geïnstalleerd dat continu het geluidsklimaat meet. Een aantal van de geluidsgebeurtenissen die worden geregistreerd kunnen worden toegewezen aan vliegverkeer (zgn. *vliegtuiggecorrleerde geluidsevents*). In tabel 2 is het

maand-gemiddeld aantal vliegtuiggecorreleerde geluidsevents met een geluidsdrukniveau boven 75 dB(A) gedurende de nachtperiode (23.00 uur tot 06.00 uur) weergegeven voor het jaar 2002.

Tabel 2: Gemiddeld aantal offline vliegtuiggecorreleerde nachtelijke geluidsevents boven $L_{Aeq,1sec,max} \geq 75$ dB(A) voor 2002

locatie	aantal	meetpost
Kortenbergh	500	BIAC
Diegem	447	BIAC
Nosseghem	219	BIAC
Evere	5	BIAC
Sterrebeek	109	BIAC
Kampenhout	241	BIAC
Perk	12	BIAC
N.O.-Heembeek	283	BIAC
St. P.-Woluwe	43	BIAC
Duisburg	4	BIAC
Grimbergen	20	BIAC
Wemmel	80	BIAC
Veltem	291	BIAC
Koningslo*	120	AMINAL
Grimbergen*	186	AMINAL
Tervuren*	3	AMINAL

* gemiddeld aantal voor de periode november-december 2002

Bron: ATF-K.U.Leuven, BIAC, AMINAL.

De variatie in cijfers is enerzijds gebonden aan de afstand van de meetposten tot de luchthaven en anderzijds aan de ligging van de vliegroutes.

3 Gevolgen voor mens en natuur

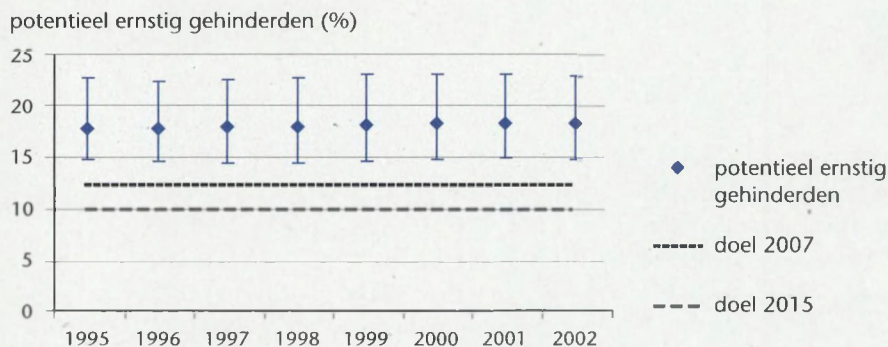
— Aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid

Het aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid is de enige indicator die *alle geluidsbronnen* in rekening brengt (figuur 3). Bij de berekening zijn ruimtelijke, tijdsgebonden en persoonlijke aspecten die de werkelijke hinder mee bepalen, buiten beschouwing gelaten. Hierdoor wordt ook een gedeelte van de invloed van de 'tijdsgeschiedenis' op de gerapporteerde hinder geëlimineerd. De term potentieel wordt toegevoegd om hierop te wijzen.

De indicator vertoont geen duidelijke trend. De doelgroep verkeer & vervoer levert veruit de belangrijkste bijdrage. *Wegverkeersgeluid* is alomtegenwoordig en levert daardoor de belangrijkste bijdrage tot de potentiële ernstige hinder.

Luchtvaart is de tweede belangrijkste doelgroep binnen verkeer & vervoer omdat de potentiële ernstige hinder zich niet beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de grote burgerluchthavens. De lichte stijging voor 2001 volgt de indicator voor blootstelling aan wegverkeergeluid, de stagnatie nadien is het gevolg van de daling van de blootstelling aan luchtverkeergeluid.

Figuur 3: Percentage potentieel ernstig gehinderden door geluid (Vlaanderen, 1995-2002)



Bron: AWV, AMINAL, BIAC, ATF-K.U.Leuven, NIS, aggregatie INTEC-UGent.

De belangrijkste reden voor het niet bereiken van de kortetermijndoelstelling (12 % tegen 2007, MINA-plan 3) is het ontbreken van een duidelijk beleid rond wegverkeergeluid. Geluidsbronnen die bij een klein gedeelte van de bevolking potentieel ernstige hinder veroorzaken, zoals de industrie, handel & diensten, recreatie en burelen mogen niet vergeten worden. Zonder deze bronnen zou de indicator immers op tweederden van zijn huidig niveau terugvallen. Geluidshinder veroorzaakt door burelen komt in enquêtes naar voor als belangrijkste bijdrage na verkeer & vervoer. De nieuwe normen voor akoestische isolatie kunnen hier op lange termijn een positieve invloed hebben. Geluidshinder door recreatie is vooral afkomstig van de horeca. Toepassing van VLAREM II zou op dit vlak verbetering moeten brengen, maar dit kon tot op heden niet objectief worden vastgesteld. Geluidshinder veroorzaakt door luidruchtige recreatie buitenshuis wordt vooral door geschikte ruimtelijke planning (afbakenen van zones voor jetski, motorcross, enz. gecombineerd met verbieden in andere zones) bestreden. Specifieke immissie van industriële activiteiten wordt door VLAREM II beperkt. Het positieve effect op het aantal potentieel ernstig gehinderden door industrielawaai kon op Vlaamse schaal tot op heden niet gemeten worden. Een betere scheiding van de industrie/KMO-zones en woongebieden in toekomstige ruimtelijke planning kan hier een belangrijke bijdrage leveren. Een aantal gemeenten hebben als respons en onder impuls van de provincies stiltegebieden afgebakend. De bestaande regelgeving biedt echter nog geen garantie op het vrijwaren van deze gebieden.

— Potentiële geluidsverstoring van ecotopen geschikt voor geluidsgevoelige vogelsoorten

De indicator voor verstoring van de natuur wordt bepaald op basis van biologische waarderingskaarten. Door deze keuze wordt de ecologische kwaliteit in rekening gebracht, ongeacht het beschermingsstatuut van het gebied. De biologische waardering wordt omgezet in een gevoeligheid van de ecotoop voor verstoring door geluid, gebruik makend van gevoeligheid van de karakteristieke vogelgroepen in de verschillende ecotopen. Het effectief voorkomen van een soort in een specifiek gebied wordt niet in rekening gebracht. Er wordt gewerkt met drie categorieën vogels: relatief ongevoelige, matig gevoelige en gevoelige vogelsoorten. Van de totale potentieel beschikbare oppervlakte biotoop wordt voor de drie categorieën bepaald welk aandeel verstoord is door geluid. Doordat verkeer & vervoer (vooral wegen die open gebied doorkruisen) de belangrijkste bijdrage tot de verstoring geven, wordt in een eerste benadering enkel rekening gehouden met wegverkeer als bron van verstoring. De percentages potentieel door geluid verstoord ecotoop zijn weergegeven in tabel 3. Het gebrek aan accurate wetenschappelijke kennis over de verstoring van vogels door geluid zorgt ervoor dat de absolute getalwaarde van de indicator weinig betekenis heeft. Men moet dus vooral aandacht hebben voor het verloop. De indicator neemt zeer beperkt toe tussen 2000 en 2001. Dit is in overeenstemming met de beperkte stijging van de verkeersintensiteit in landelijk gebied. Het hoge percentage potentieel verstoorde ecotopen voor heel gevoelige soorten wordt vooral bepaald door de weilanden, de geschikte biotoop voor de heel gevoelige kievit.

Tabel 3: Percentage (%) van de ecotopen geschikt voor vogelsoorten met verschillende gevoeligheid voor geluid, dat potentieel verstoord is door geluid (Vlaanderen, 2001-2002)

	heel gevoelig	matig gevoelig	ongevoelig
2001	87,1	60,4	36,3
2002	87,3	60,6	36,5

Bron: Biologische waarderingskaart IN, Vogelgroepen (gevoeligheid en potentieel ecotoop) Aeolus & Lisec, geluidscontouren en verwerking INTEC-UGent.



Meer informatie in het achtergronddocument Lawaai op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen, Naar een duurzame mobiliteit in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Mobiliteitscel, Brussel.

Lectoren

Claude Bataillie, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen
Willy Bontinck, NMBS
Griet de Ceuster, Transport & Mobility Leuven
Gilbert Deckers, Umicore
Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
Birgit Dumez, Directoraat-generaal, AMINAL
Rudi Geens, Afdeling AMINABEL, AMINAL
Erik Grietens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
Lieven Lanoye, AWV
Eddie Muylle, VMM
Johan Peymen, IN
Mark Raus, Milieudienst, BASF Antwerpen nv
Alex Vermeulen, SGS Environmental Services

2.8 Stank

Stijn Overloop, MIRA, VMM

Stank treedt op wanneer het waarnemen van geuren als hinderlijk wordt ervaren. De mate van hinder wordt bepaald door de frequentie, duur, intensiteit en hedonische waarde van de geur, door de variabiliteit in de tijd van de geurconcentratie en door contextuele en sociaal-psychologische factoren.

Er is nog weinig informatie centraal beschikbaar omtrent de huidige toestand en evoluties van de geurhinderproblematiek in Vlaanderen. Gedecentraliseerde informatie is er al wel, al is ze niet uniform. Uit het Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek (AMINAL, 2001) bleek dat 19 % van de Vlamingen tamelijk tot extreem gehinderd is door stank. 7 % bleek ernstig tot extreem gehinderd. Deze enquête wordt herhaald begin 2004 om evoluties te kunnen opvolgen. Deze resultaten zullen in MIRA-T 2004 gerapporteerd worden.

In het MINA-plan 3 voor de planperiode 2003-2007 zijn doelstellingen voor deze indicator geformuleerd tegen 2007:

- het percentage door geur gehinderde burgers (tamelijk, ernstig en extreem) mag niet stijgen boven het peil van 2001: 19 %;
- het percentage van de bevolking dat ernstig tot extreem gehinderd is door geur moet verminderen t.o.v. 2001: dus lager dan 7 %.

Met het milieuklachten registratie- en opvolgingssysteem (MKROS), aangestuurd door de centrale milieuoverheid AMINAL, is het de bedoeling het aantal bronnen van geurklachten gelinkt aan vergunningsplichtige inrichtingen op te volgen. Het MINA-plan 3 stelt voorop om tegen 2007 het aantal geurbronnen boven het aanvaardbaarheidsniveau te verminderen.

In het kader van het MINA-plan 2 (1997-2002) werd een eerste stap gezet in de richting van een systematische brongerichte en sectorale aanpak. Een gestandaardiseerde aanpak voor de geurproblematiek van de bedrijven is in volle ontwikkeling. De toegepaste meettechnieken voor geur hebben te kampen met relatief ruime foutenmarges, die inherent verbonden zijn aan het gebruik van de menselijke neus voor geurwaarneming. Er worden momenteel in Vlaanderen nog te veel verschillende meetmethodes gehanteerd, zodat vergelijkingen niet altijd mogelijk zijn. Consensus over het gebruik van standaardmethodes dringt zich op.



Meer informatie in het achtergronddocument Stank op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

AMINAL (2001) Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek, eindrapport 2001, Brussel.
MINA-plan 3, Vlaams milieubeleidsplan 2003-2007, Verstoring door geur.

Lectoren

Karliën De Roo, Vakgroep Organische Chemie, UGent
Gunther Van Broeck, Afdeling AMINABEL, AMINAL

2.9 Lichthinder

Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

Lichthinder is de overlast veroorzaakt door kunstlicht bij mens en dier. *Lichtvervuiling* is de verhoogde helderheid van de nachtelijke omgeving door overmatig en verspillend gebruik van kunstlicht. Lichthinder treedt bij de mens voornamelijk op als regelrechte verblinding, als verstorende factor bij het verrichten van avondlijke of nachtelijke activiteiten, of als bron van onbehagen. Bijzonder gevoelig voor lichtvervuiling zijn de astronomen. Ook dieren ondervinden lichthinder door versnippering en beïnvloeding van hun leefgebied en verstoring van hun bioritme. Vooral bij vogels, insecten en amfibieën is waargenomen dat buitenverlichting het gedrag beïnvloedt door desoriëntatie, aantrekking en afstoting.

Uit het Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek (AMINAL, 2001) bleek dat 4,9 % van de Vlaamse bevolking tamelijk tot extreem gehinderd wordt door buitenverlichting (AMINAL, 2001). De resultaten van de nieuwe hinderenquête worden verwacht tegen 2004 en zullen worden opgenomen in MIRA-T.

De kennis in verband met lichthinder is beperkt en bijgevolg is er nog geen echt lichthinderbeleid gestart. De reglementaire bepalingen, o.a. in VLAREM II zijn nog onvoldoende concreet en technisch uitgewerkt. In het MINA-plan 3 (2003-2007) zijn tegen 2007 twee doelstellingen geformuleerd:

- als plandoelstelling moet de nieuwe lichtvervuiling worden voorkomen en moet de bestaande lichtvervuiling verminderen;
- als richtinggevende doelstelling mogen er in Vlaanderen geen gebieden meer voorkomen met kunstmatige hemelluminantie die 9 keer groter is dan de natuurlijke hemelluminantie (tussen 0.30 uur en 5.00 uur).

Voor de eerste doelstelling dient nog een indicator te worden ontwikkeld. Wat de tweede doelstelling betreft, zijn er momenteel geen nauwkeurige gegevens beschikbaar. Beleidsonderbouwend onderzoek heeft dan ook een belangrijke plaats gekregen in de ontwikkeling van het beleid.



Meer informatie in het achtergronddocument Lichthinder op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

AMINAL (2001) Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek, eindrapport juni 2001.

MINA-plan 3, Vlaams milieubeleidsplan 2003-2007, Verstoring door licht.

Lectoren

Gilke Pée, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Paul Van Tichelen, Energietechnologie, Vito

2.10 Versnippering

Hubert Gulinck, Steven Meeus, Kathleen Bervoets, Leentje Bastiaens en Peter Corens, Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap, K.U.Leuven
Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

Versnippering is de degradatie van de structurele toestand van het landschap of de ruimte: het versnijden van landschappen door infrastructuur en bebouwing, het verscherpen van contrasten tussen naburige eenheden van bodemgebruik. Dit resulteert dan op zijn beurt in verschillende vormen van milieudegradatie: ecologische achteruitgang door isolatie van gemeenschappen en ecotopen en verminderde connectiviteit (waardoor migratie bijvoorbeeld onmogelijk wordt), visuele degradatie, meer verspreide bebouwing en bijgevolg meer verspreide lawaaihinder en lucht-, water- en bodemverontreiniging. Dit zijn slechts enkele gevolgen van versnippering van de (open) ruimte.

Meestal, ook in de internationale literatuur, is versnipperingsonderzoek een onderdeel van de landschapsecologische benadering van natuurbehoud. Het hoofdstuk Versnippering in het Natuurrapport Vlaanderen (NARA, 2003) beschrijft de oppervlakteverdeling van de natuurreservaten, de status van de 'planologische natuur' (groenbestemmingen op het gewestplan en het Vlaams Ecologisch Netwerk) en knelpunten veroorzaakt door infrastructuur en verkeer samen met de hiervoor voorziene ontsnipperingsmaatregelen. Er wordt ook verwezen naar het wetenschappelijk onderzoek inzake habitatfragmentatie en naar de monitoring van versnippering en de impact op de natuur.

In dit rapport beschouwen we meer algemeen de open ruimte of het buitengebied als object van versnippering. De voornaamste oorzaak van versnippering is het 'systematisch foutief' voorkomen van bebouwing: té veel bebouwing, té verspreide bebouwing, lintbebouwing e.d. Bovendien wordt er nog steeds een toename van bebouwing waargenomen. Deze variabele (aanwezigheid van bebouwing in 1990, 1995, 2000 en 2003) werd dan ook als basis gekozen voor het onderzoek naar versnippering van de open ruimte. Aan de hand van deze gegevens hebben we indicatoren berekend waarvan de resultaten een interpreteerbaar geheel vormen om de evolutie weer te geven en het beleid te toetsen.

Om milieudruk, veroorzaakt door bebouwing, te duiden werden twee indicatoren gedefinieerd: de *toename van de bebouwing* en de *verspreiding van de bebouwing*.

Om uitspraken over milieukwaliteit – en meer specifiek over de *versnippering van de open ruimte* – te vereenvoudigen, werden twee landschapsmetriecken bepaald: de omtrek van groepen bebouwing en de nabijheid van bebouwing.

Een belangrijke opmerking dient hier meegegeven te worden: één enkele indicator kan in deze studie nooit een uitspraak doen over versnippering. Alle indicatoren moeten met elkaar in verband gebracht worden. Ter illustratie: een oppervlakte met een groot aantal kleine groepen bebouwing, kan in totaal een even grote omtrek (som van alle kleine omtrekken) hebben als een oppervlakte met slechts één grote groep bebouwing. De gesommeerde omtrek is dan gelijk voor beide, terwijl in het eerste geval het landschap duidelijk meer versnipperd is dan in het tweede. Om tot deze uitspraak te komen dient ook de gemiddelde radiale afstand tot bebouwing onderzocht te worden, in het eerste geval zal deze bijvoorbeeld veel korter zijn dan in het tweede.

Toename van de bebouwing



Verspreiding van de bebouwing

Versnippering van de open ruimte

1 Milieudruk

— Toename van de bebouwing

In 2002 werd de studie naar de versnipperingstoestand uitgevoerd op basis van orthofoto's van verschillende opnames van een vijftiental kaartbladen. Dit jaar werd voor dezelfde kaartbladen ter plaatse de nieuwe bebouwing opgetekend. Over elk kaartblad werd een rooster hectarehokken gelegd en hierin werd de bijgekomen bebouwing genoteerd. In deze studie werd geen rekening gehouden met vormen van constructie die geen woon-, werk- of dienstgebouwen voorstellen: zo loopt de nieuwe HST-lijn (in opbouw) van Antwerpen naar Nederland dwars door kaartblad o8/2 (Hoogstraten). Door de breedte van dit bouwwerk (het ligt naast de autosnelweg en is deels bedekt met een betonnen bovengrondse tunnel) zal dit een grote nieuwe versnijding van het landschap veroorzaken. Ook de bijdrage van andere vrijliggende infrastructuur (zonder aanpalende bebouwing) aan de versnippering werd in deze studie niet in rekening gebracht.

Elk kaartblad is in feite een achtste kaartblad van de topografische kaarten zoals uitgegeven door het NGI en beslaat een oppervlakte van 80 km² (10 km noord-zuid en 8 km west-oost) of 8 000 hectare. In figuur 1 zijn de onderzochte kaartbladen weergegeven.

Figuur 1: Onderzochte kaartbladen



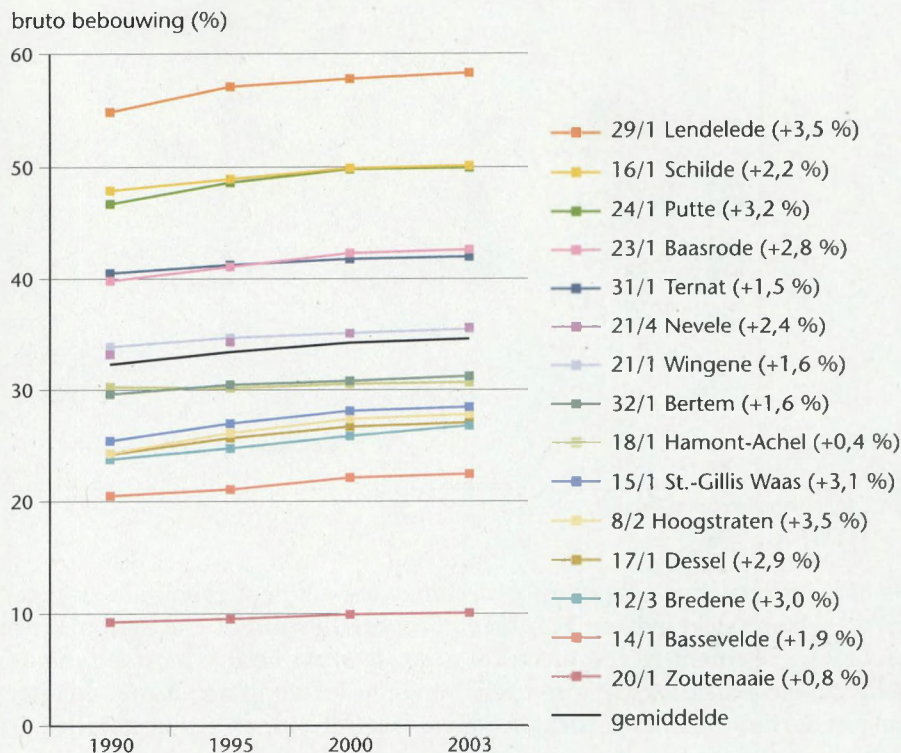
Bron: NGI-orthofotobestanden.

De basiseenheid van analyse is de hectare: voor elk hectarehok in een regelmatig hectareraster over de kaartbladen is geanalyseerd of er al dan niet een bebouwingselement in voorkomt. Dit geeft de *bruto-bebouwingstoestand*. De *netto-bebouwingstoestand* is een verfijning die rekening houdt met de effectieve bedekkingsgraad van dicht bebouwd weefsel¹ binnen een hectarehok. De bruto-bepaling resulteert dus altijd in grotere hoeveelheden bebouwde oppervlakte dan de netto-bepaling.

De bruto bijgekomen bebouwing is per kaartblad het aantal hectarehokken waar nieuwe bebouwing is opgetekend en waar nog geen bebouwing was. Figuur 2 geeft de evolutie weer van de bruto-bebouwing van 1990 tot 2003.

¹ Een agglomeratie van gebouwen waarin elk beschikbaar perceel een gebouw draagt, waardoor in principe geen verdere verdichting verwacht wordt; dit begrip is eerder kwalitatief, omdat de versteningsgraad nog kan variëren van praktisch 100 % in een stadskern tot minder dan 10 % bij een grootschalige bouwverkaveling.

Figuur 2: Verloop van de bruto-bebouwing (1990-2003)



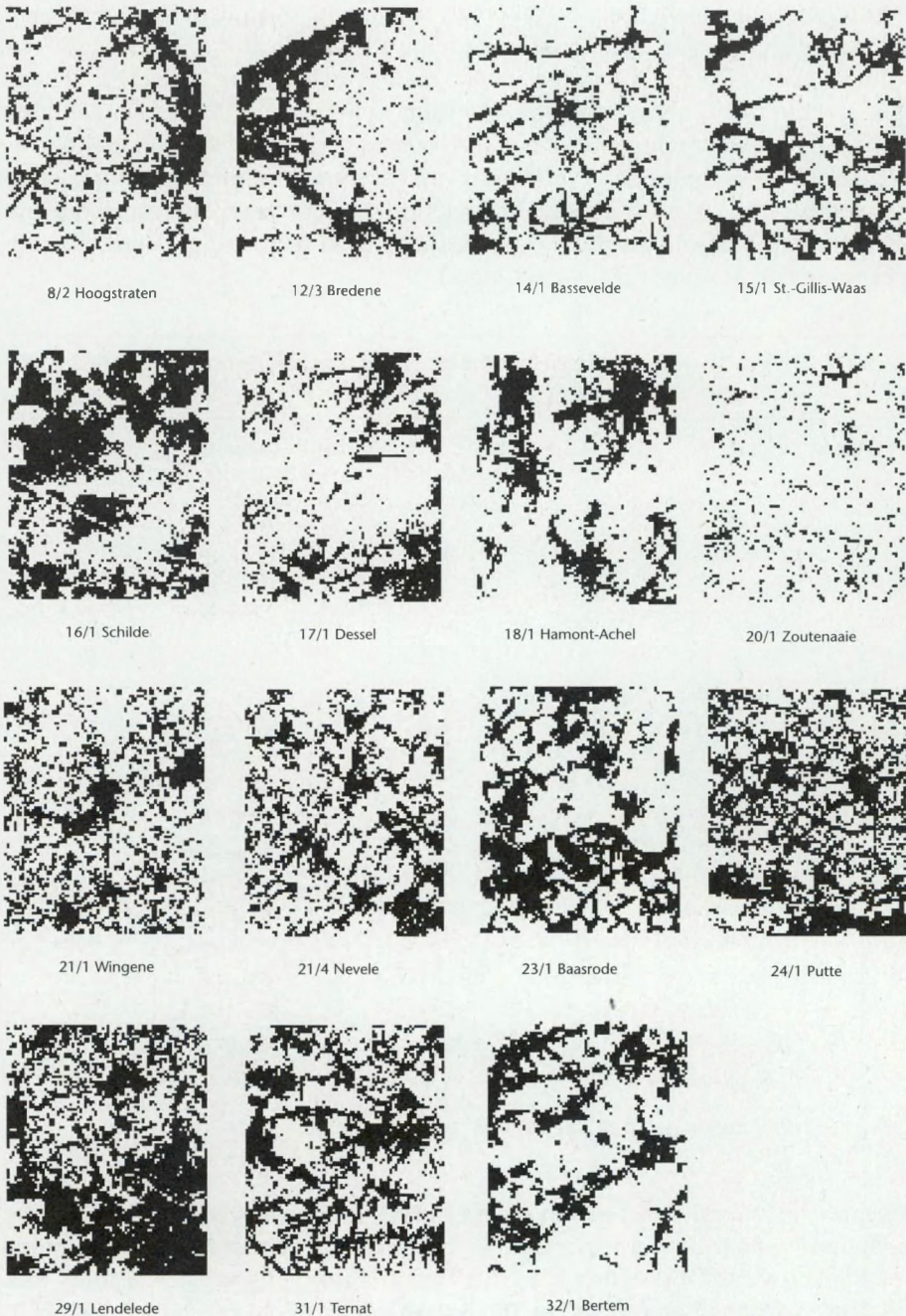
Bron: NGI-orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

Voor elk van de kaartbladen kan een gestage toename vastgesteld worden van de bruto-bebouwing tussen 1990 en 2003. Er is afname van de groeisnelheid in 7 van de kaartbladen (8/2 – Hoogstraten, 16/1 – Schilde, 14/1 – Bassevelde, 23/1 – Baasrode, 15/1 – St.-Gillis-Waas, 17/1 – Dessel en 24/1 – Putte). Een bestendiging of zelfs toename van de groeisnelheid komt voor in twee kaartbladen (12/3 – Bredene en 18/1 – Hamont-Achel). Er is een zeer geringe toename, vooral na 2000, in 6 van de onderzochte kaartbladen (20/1 – Zoutenaai, 21/1 – Wingene, 21/4 – Nevele, 29/1 – Lendeledede, 31/1 – Ternat en 32/1 – Bertem). Lendeledede (29/1) en Hoogstraten (08/2) kenden de sterkste groei sinds 1990. Putte (24/1), St.-Gillis-Waas (15/1) en Bredene (12/3) behoren eveneens tot de kaartbladen met sterk toegenomen bebouwing. De kaartbladen met de kleinste aangroei van bebouwing zijn Zoutenaai (20/1) en Hamont-Achel (18/1). Bij deze laatste moet echter opgemerkt worden dat Hamont-Achel gedurende de periode 1990-1995 zelfs een geringe negatieve aangroei (dus afname van bebouwing) kende.

Deze cijfers zijn conform de statistische gegevens over de bouwactiviteiten en hiermee gerelateerde gegevens over demografie (in Vlaanderen 441 inwoners per km² in 2001), mobiliteit enz. die beschikbaar zijn bij het Nationaal Instituut voor de Statistiek.

Indien men de bruto-bebouwingstoestand van vorig jaar optelt bij de bruto bijgekomen bebouwing verkrijgt men de bruto-bebouwing, per kaartblad, anno 2003 (figuur 3).

Figuur 3: Bruto-bebouwing per kaartblad (2003)



Bron: NGI orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

Kaartbladen Schilde (16/1), Lendeledede (29/1) en Putte (24/1) zijn erg 'volgebouwd', terwijl kaartbladen Zoutenaai (20/1) en in mindere mate Hoogstraten (8/2) en Bredene (12/3) nog veel open ruimte vertonen.

— Verspreiding van de bebouwing

De verhouding van de bruto bijgekomen bebouwing over de netto bijgekomen bebouwing (B/N) kan beschouwd worden als een indicator voor de mate van 'ijlheid' of omgekeerd 'dichtheid' van de nieuwe bebouwing (tabel 1). Een hoge B/N verhouding (zoals in Zoutenaai, Bertem en Nevele) wijst op het aansnijden van veel nieuwe open-ruimte hectares (*verspreiding*), een lage (zoals in Putte, Lendeledede en Wingene) op *verdichting* van eerder aangesneden hectares of op geconcentreerde nieuwe verkavelingen (*verdichting*). Tabel 1 is gesorteerd van meest verspreide (nieuwe) bebouwing (hoge B/N) naar minst verspreide bijgekomen bebouwing (*verdichting*, lage B/N).

Tabel 1: Netto en bruto toename bebouwing en B/N verhouding (2000-2003)

kaartblad	locatie	netto toename sinds 2000 (ha)	bruto toename sinds 2000 (ha)	B/N
20/1	Zoutenaai	1,0	11	11,0
32/1	Bertem	4,5	33	7,3
21/4	Nevele	6,7	43	6,4
17/1	Dessel	5,8	29	5,0
14/1	Bassevelde	5,8	25	4,3
15/1	Sint-Gillis-Waas	7,4	28	3,8
12/3	Bredene	22,4	75	3,3
16/1	Schildre	5,7	17	3,0
31/1	Ternat	5,6	16	2,9
08/2	Hoogstraten	11,7	33	2,8
23/1	Baasrode	9,3	25	2,7
18/1	Hamont-Achel	4,3	10	2,3
24/1	Putte	5,5	10	1,8
29/1	Lendeledede	25,0	42	1,7
21/1	Wingene	20,6	30	1,5
	<i>gemiddelde</i>	9,4	28,5	4,0

Bron: NGI orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

Slechts een viertal kaartbladen geven duidelijk blijk van verspreide nieuwe bebouwing: daaruit kan geconcludeerd worden dat de meeste nieuw bijgekomen bebouwing voorkomt in situaties van uitbreiding van agglomeraties (aan de randen van agglomeraties) en in vormen van verdichting. Deze trend werd ook waargenomen tijdens de terreinopnames in de zomer van 2003: in de cen-

tra van veel dorpen wordt op grote schaal aanspraak gemaakt op de nog niet bebouwde percelen en vele nog onbebouwde plaatsen in de dorpen worden zo opgevuld met nieuwe wijken.

Dit is conform de richtlijnen van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, dat streeft naar een verdichting van de stedelijke kernen om zo het buitengebied te vrijwaren en beschermen. Enkel in het kaartblad van Zoutenaai (20/1) en in mindere mate in de kaartbladen van Bertem (32/1), Nevele (21/4) en Dessel (17/1) komt er nog 'nieuwe' bebouwing bij in de open ruimte zelf. In veel van deze gevallen gaat het om nieuwe landbouwgebouwen: stalgebouwen, serres, schuren. Een duidelijke verklaring geven voor dit fenomeen is moeilijk: hier moet gekeken worden naar het samenspel van markt-, wetgevings- en sociale factoren.

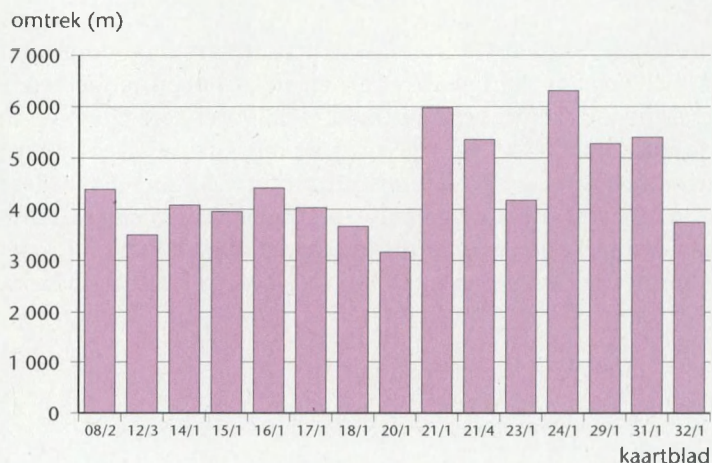
2 Milieukwaliteit

— Versnippering van de open ruimte

Er zijn veel manieren om de versnippering van objecten en ruimtelijke gehelen te meten (zie achtergronddocument). Hier wordt gekozen voor twee landschapsmetriecken² die elkaar goed aanvullen.

De eerste metriek is de *gesommeerde omtrek* of de rand tussen de open ruimtepixels en de bruto-bebouwde hectarepixels (figuur 4). Hoe groter deze omtrek hoe meer contact tussen bebouwd en niet-bebouwd en hoe meer mogelijke wisselwerkingen of verstoringen. Een theoretisch maximale omtrek ontstaat indien er evenveel open ruimtepixels als bebouwde pixels in schaakbordpatroon zouden voorkomen. De omtrek is klein bij zowel zeer weinig als zeer veel bebouwing. De ruimte is vanuit deze indicatorkeuze het meest versnipperd bij de tussentoestanden, typisch voor peri-urbane zones met verspreide bebouwing (bij deze tussentoestand is de omtrek dus het grootst). Uiteraard is deze omtrek gevoelig voor de keuze van de resolutie (hectare) van de analyse.

² index of wiskundige formule waarmee een aspect van landschapsstructuur wordt gemeten, zoals geïsoleerdheid van objecten, diversiteit van bodemgebruik, versnippering ...

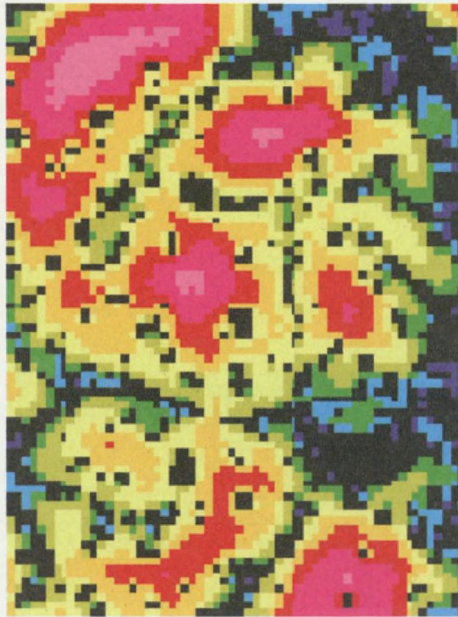
Figuur 4: Omtrek van groepen bebouwing per km² per kaartblad (2003)

Bron: NGI-orthofotobestanden en eigen terreinonderzoek.

De hoogste score gaat bij de berekening van de omtrek naar Putte (24/1) en Wingene (21/1). Dit zijn inderdaad kaartbladen waar de bebouwing zeer verspreid voorkomt. De dichtbebouwde streek van Lendeledede (29/1) scoort niet zo hoog omdat de bebouwing er al voor grote stukken aan elkaar gesloten is zodanig dat de gesommeerde omtrek er relatief klein is (minder versnipperd kaartblad – zie figuur 3). Ook kan men vaststellen dat het kaartblad van Zoutenaai (20/1) de kortste gesommeerde omtrek vertoont: dit kaartblad is een voorbeeld met veel (zeer) kleine versnipperde elementen.

Een tweede metriek is de *nabijheid van bebouwing*. Deze bepaalt, 360° rond, voor elke pixel van niet-bebouwde ruimte, de gemiddelde afstand, rechtlijnig gemeten, tot de bruto-bebouwde pixels in de omgeving (Gulinck *et al.*, 1999). Hiermee kan men op nauwkeurigere wijze aangeven hoe 'vrij' de open ruimte ligt ten opzichte van bebouwing. Figuur 5 illustreert voor één kaartblad (Hoogstraten – 8/2) de openheid van de ruimte: de rode en roze tinten zijn de plekken met grootste openheid.

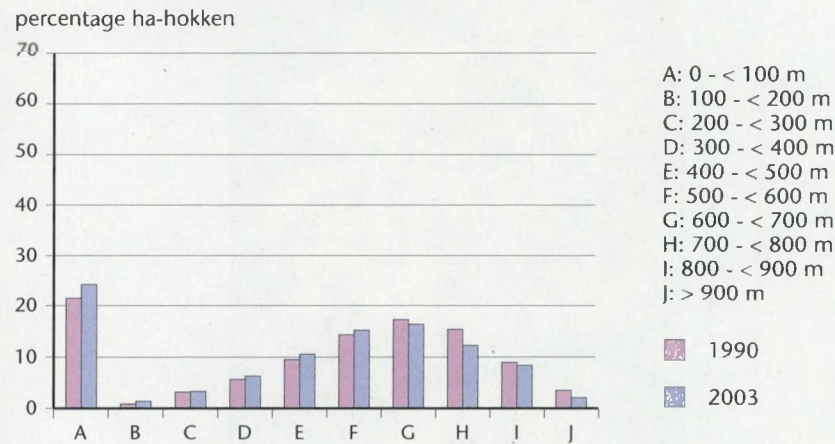
Figuur 5: Openheid van de ruimte (kaartblad 8/2 – Hoogstraten, 2003)



Bron: NGI-orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

De gemiddelde afstanden werden uitgezet in histogrammen (zie achtergrond-document). Ter illustratie staat in figuur 6 het histogram voor het kaartblad Hoogstraten (8/2). Klasse A bevat het percentage hectarehokken dat bebouwd is (van 0 tot <100 m). De klassen B tot en met J bevatten de percentages hectarehokken die op een bepaalde (gemiddelde) afstand van deze bebouwing verwijderd liggen. De piek van dit histogram (zonder klasse A) situeert zich rond de klassen F, G en H. Dit wil zeggen dat de meeste pixels tussen 500 en 800 meter van bebouwing verwijderd liggen. Op deze manier kan ook een uitspraak over versnippering gedaan worden: hoe meer naar rechts (hoe verder verwijderd van klasse A) de piek zich bevindt, hoe minder versnipperd het kaartblad is.

Figuur 6: Verdeling van de gemiddelde afstand tot bebouwing per ha-hok (kaartblad 8/2 – Hoogstraten, 1990 en 2003)



Bron: NGI-orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

In tabel 2 staat een samenvatting van alle histogrammen voor alle kaartbladen: het bevat voor elk kaartblad de hoeveelheid pixels (in procent) van klasse A (bebouwing) en telkens de twee meest vertegenwoordigde afstandsklassen.

Tabel 2: Verdeling van de gemiddelde afstanden (radiaal methode) – grootste klassen per kaartblad (2003)

kaartblad	grootste klassen (%)		
08/2 Hoogstraten	A 24	F 15	G 16
12/3 Bredene	A 28	G 14	H 18
14/1 Bassevelde	A 24	F 20	G 19
15/1 St.-Gillis-Waas	A 25	E 13	F 13
16/1 Schilde	A 47	E 10	G 9
17/1 Dessel	A 21	I 12	J 13
18/1 Hamont-Achel	A 32	H 12	I 13
20/1 Zoutenaai	A 9	H 27	I 27
21/1 Wingene	A 36	D 19	E 16
21/4 Nevele	A 36	E 17	F 13
23/1 Baasrode	A 44	E 10	F 10
24/1 Putte	A 49	C 18	D 14
29/1 Lendeled	A 58	C 13	D 13
31/1 Ternat	A 43	D 14	E 12
32/1 Bertem	A 29	F 10	G 11

A 0 - < 100 m

B 100 - < 200 m

C 200 - < 300 m

D 300 - < 400 m

E 400 - < 500 m

F 500 - < 600 m

G 600 - < 700 m

H 700 - < 800 m

I 800 - < 900 m

J > 900 m

Bron: NGI-orthofotobestanden en eigen terreininventarisatie.

Uit de tabel is af te leiden dat in kaartblad 20/1 (Zoutenaai) de meerderheid van de pixels (ca. 60 %) minstens 700 meter verwijderd ligt van bebouwing (27 % daarvan ligt zelfs verder dan 800 meter verwijderd). Kaartblad 17/1 (Dessel) heeft 13 % pixels die gemiddeld verder dan 900 meter verwijderd zijn van bebouwing. Voor de dichtbebouwde gebieden zoals kaartblad 29/1 (Lendeledede) en kaartblad 24/1 (Putte) behoren de meeste pixels tot klasse C en D: gemiddeld maximaal 400 meter van bebouwing verwijderd.

Evaluatie van de indicatoren

Uit de combinatie van de omtrek van de groepen bebouwing en de toename van de bebouwing kan besloten worden dat de versnippering in Vlaanderen (i.e. voor deze kaartbladen) uitdrukkelijk aanwezig is. Zeer verstedelijkte gebieden zoals de streek rond Lendeledede (29/1), tussen Kortrijk, Izegem en Roeselaere bezitten niet veel open ruimte meer. Die stukjes open ruimte die er nog zijn, zijn klein en liggen erg versnipperd uit elkaar. De Westhoek en dan vooral de streek rond Lampernisse en Zoutenaai (20/1), tussen Veurne en Diksmuide, is het minst versnipperd. Dit is een uitgesproken agrarische streek waar als enige nieuwe bebouwing stalinfrustructuur werd opgetekend. Een verklaring voor zeer recente nieuwe agrarische bebouwing in een aantal delen van Vlaanderen kan moeilijk gegeven worden zonder nader onderzoek.

Door het feit dat – o.a. door planologische maatregelen zoals het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen – de bebouwingsdruk op het platteland vermindert (i.e. voorlopig minder snel stijgt) door bijvoorbeeld verdichting van stedelijke agglomeraties, het bevrozen van de woonuitbreidingsgebieden (tenzij uitdrukkelijke toelating) ... kan men verwachten dat ook de versnippering van de open ruimte als gevolg van bebouwing minder snel zal toenemen en zich ooit zal stabiliseren.



Meer informatie in het achtergronddocument Versnippering op
www.milieurapport.be/AC

Referenties

- Gulinck H., Dufourmont H., Stas I. (1999) Approach to landscape character using satellite imagery and spatial analysis tools. In: Usher M. (ed) Landscape Character. Perspectives on Management and Change, Scottish Natural Heritage, p. 127-134.
- NARA 2003 (2003) Peymen J., Monden S., Versnippering. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.

Lectoren

- Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Erik Grietens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Karine Meersman, Vlaamse Gezondheidsinspectie
- Rene Meeuwis, Jeroen Panis, Afdeling Natuur, AMINAL
- Marijke Meul, Steunpunt Duurzame Landbouw
- Johan Peymen, IN
- Paul Van der Sluys, VLM
- Peter Van Gossum, Laboratorium voor Bosbouw, UGent
- Etienne Van Hecke, Afdeling Sociale en Economische Geografie, K.U.Leuven
- Johan Vandewalle, Afdeling Ruimtelijke Planning, AROHM
- Hilde Wustenberghs, CLE

Verstoring van de 2.11 waterhuishouding

Marleen Van Damme, Desirée Uitdewilligen, Kris Cauwenberghs, Inge Leemans,
Afdeling Water, AMINAL

Toon Van Daele, NARA, IN

Wouter Vanneuville, Katrien Van Eerdenbrugh, Eric Taverniers, Waterbouwkundig
Laboratorium, AWZ

Hanne Degans, MIRA, VMM

Onder de noemer verstoring van de waterhuishouding komen zowel *verdroging* (verstoring van de waterinhoud en -cyclus van de grondwaterlagen), als *overstroming* (verstoring van de waterinhoud van het waterlopenstelsel) aan bod. Voorheen werden beide processen bedoeld wanneer het begrip verdroging gebruikt werd, hoewel dit via de gebruikte indicatoren niet tot uiting kwam. Doordat het hoofdstuk sinds dit jaar in de breedte en de diepte werd uitgebreid, is de nieuwe naam van het thema een vollediger weergave van de inhoud. Verdroging *senso stricto*, en overstroming zijn immers processen of fenomenen die veroorzaakt worden door veelal gelijklopende menselijke ingrepen.



Watergebruik



Afstroming van verharde en niet verharde oppervlakte



Waterstanden in het getijgebonden deel van de Schelde



Grondwaterstand in het Centraal Vlaams systeem



Ondiepe grondwaterstand in natuurgebieden



Risico op schade door overstromingen

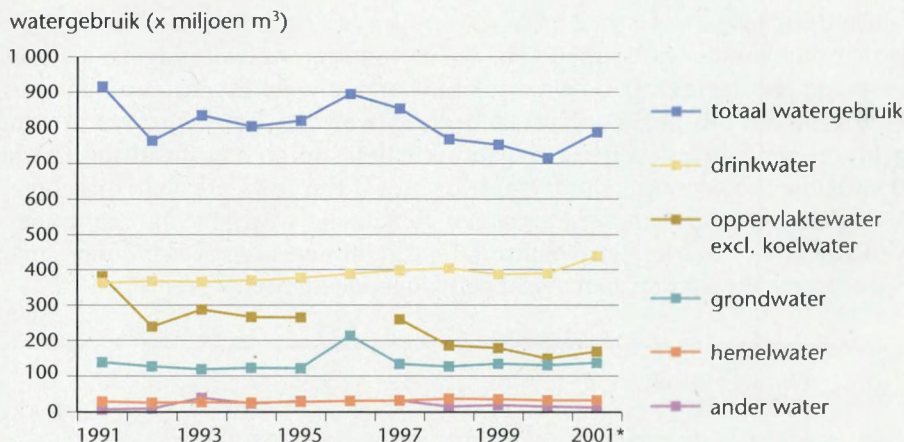
1 Milieudruk

— Watergebruik

In Vlaanderen is het *totaal watergebruik* (exclusief koelwater) het laatste decennium duidelijk gedaald van 916 miljoen m³ in 1991 naar 788 miljoen m³ in 2001 (figuur 1). In de periode 1991-1996 vertoont het totaal watergebruik geen duidelijke trend, maar vanaf 1996 tot 2000 is er een lineaire afname van het watergebruik. Deze afname is terug te brengen tot het oppervlaktewatergebruik, dat in de periode 1997-2000 daalde van 259 tot 149 miljoen m³. Het grondwatergebruik is vrij constant gebleven (137 miljoen m³ in 2001). In 2001 zien we opnieuw een toename van het totale watergebruik die gerelateerd is aan een

toename van het drinkwatergebruik (door de drinkwatermaatschappijen gedistribueerd leidingwater van drinkwaterkwaliteit) (met 49 miljoen m³). De resultaten voor 2001 zijn echter uitsluitend gebaseerd op gegevens van de heffingendatabanken van VMM (klein- en grootverbruikers). Gegevens van de 4 grootste drinkwatermaatschappijen (AWW, Pidpa, TMVW, VMW) duiden daarentegen op een stabilisatie van het drinkwatergebruik in 2001 in vergelijking met 2000. Verdere analyses zijn noodzakelijk om een verklaring te bieden voor deze tegenstelling.

Figuur 1: Evolutie van het watergebruik (excl. koelwater) in Vlaanderen (1991-2001)



* voorlopige cijfers

Bron: Ecolas nv, 2003, op basis van databank heffing op waterverontreiniging, VMM en leidingwaterdatabank, AMINAL.

De trends in het watergebruik per sector volgen niet altijd de algemene trends van de verschillende bronnen.

Er is een lichte toename van het watergebruik van de sector *bevolking* in de periode 1991-1998. Sindsdien is er geen duidelijke trend. In 2001 bedroeg het huishoudelijk watergebruik 269 miljoen m³, waarvan drinkwater 86 % vertegenwoordigde. Van de sensibilisatiecampagne 'Water, elke druppel telt' - waarvan de eerste golf plaatsvond in 1999 en een volgende golf gepland is - worden effecten op langere termijn verwacht. De campagnes beogen blijvende resultaten inzake spaarzaam omgaan met water. In het MINA-plan 3 wordt een jaarlijks huishoudelijk watergebruik van 215 miljoen m³ of 98 liter per persoon per dag vooropgesteld tegen 2007. Het huidige huishoudelijk watergebruik in Vlaanderen wordt geschat op 110 liter. Het nieuwe drinkwaterdecreet van 24 mei 2002 bevat de verplichting aan de openbare leveranciers tegen 2007 alle huishoudens van een watermeter te voorzien. Mogelijk geeft ook deze maatregel een bijkomende aanzet tot spaarzaam watergebruik.

Het gebruik van oppervlaktewater (exclusief koelwater) door de *industrie* is sterk gedaald, van 272 naar 130 miljoen m³ in de periode 1991-2001. In dezelfde periode nam het grondwatergebruik met ongeveer een vijfde af tot 84 miljoen m³ in 2001. Het drinkwatergebruik door de industrie is tot 1998 toegenomen en nadien daalden de cijfers. In 2001 werd er echter opnieuw een sterke toename vastgesteld (met 61 miljoen m³). Deze toename is gedeeltelijk te wijten aan een betere registratie van het aantal industriële gebruikers (van 40 000 in 2000 tot 115 000 in 2001). Een echte trendbepaling op basis van deze gegevens (VMM heffingendatabank) is dus nog niet mogelijk.

Hemel- en ander water zijn in 2001 goed voor een gebruik van 9 en 10 miljoen m³ door de industrie. Momenteel worden er, in opdracht van de Vlaamse overheid, waterbesparingsstudies uitgevoerd in een aantal sectoren. Vanaf 2004 zullen op basis van de resultaten van deze studies sectorspecifieke sensibilisatiecampagnes gevoerd worden.

Het totaal watergebruik (exclusief koelwater) van de sector *energie* vertoont geen uitgesproken trend (50 miljoen m³ in 2001), het koelwatergebruik is aanzienlijk gedaald sinds 1991. Voor de sector *handel & diensten* zou in 2001 het gebruik 40 miljoen m³ bedragen. De doelstelling van het MINA-plan 3 stelt een jaarlijks watergebruik door de industrie voorop van 430 miljoen m³ tegen 2007. De benaming industrie in het MINA-plan 3 dekt grotendeels de MIRA sectoren industrie, energie en handel & diensten. Voor 2001 wordt dit totale watergebruik geschat op 478 miljoen m³.

Schattingen op basis van kengetallen geven voor de *landbouw* een gebruik van 50 miljoen m³. Een verklaring voor het verschil in de geregistreerde gebruiken en deze op basis van kengetallen is het feit dat sommige landbouwers nog steeds voor hun leidingwaterverbruik geen aangifte indienen als grootgebruiker en op die manier niet als landbouwer worden herkend in de databanken. In het MINA-plan 3 wordt als doelstelling een afname van het totaal watergebruik voor varkens-, rundvee-, pluimvee- en glastuinbouwsector tot 43 miljoen m³ in 2007 vooropgesteld.

— Afstroming van verharde en niet verharde oppervlakte

De toename van de verharde oppervlakte in Vlaanderen zorgt zowel voor een hogere belasting van het oppervlaktewaterstelsel (door een snellere afstroming), als voor een verminderde infiltratie van water naar de ondergrond wat aanleiding geeft tot verdroging en tot een verminderd gebruik van de bufferende capaciteit van de ondergrond.

De verharde oppervlakte kan afgeleid worden uit de gegevens van de bebouwde percelen in Vlaanderen. De totale oppervlakte van de bebouwde percelen in het Vlaamse Gewest bedraagt 2 244 km² in 2001, dit is 43 % meer dan in 1985.

Om de hydrologische invloed van de drukindicator *afstroming* te kwantificeren, moet eveneens rekening gehouden worden met het feit dat hoge piekaf-

voeren, die aanleiding geven tot overstroming, samengesteld zijn uit afstroming van zowel verharde als niet verharde gebieden. Verharde oppervlakten zijn gekenmerkt door een hogere afstroming dan niet verharde oppervlakten. De totaal afstromende oppervlakte voor het ganse Vlaamse Gewest wordt ook gecorrigeerd voor effectieve bebouwing van bebouwde percelen. De verhouding verharde tot niet verharde afstroming bedroeg 0,27 in 1985 en 0,41 in 2001 (MIRA Achtergronddocument, 2003). Dit betekent een toename van verhouding afstroming vanaf verharde oppervlakte tot afstroming vanaf niet verharde oppervlakte met 52 %.

Met bovenstaande analyse worden enkel uitspraken gedaan over gewijzigde afstroming en infiltratie ten gevolge van gewijzigde verharde oppervlakte. Er wordt dus bv. geen rekening gehouden met processen gekoppeld aan verharde oppervlakte, zoals de gewijzigde aansluiting of afkoppeling van de verharde oppervlakten, de gewijzigde graad van collectering ... Ook deze factoren beïnvloeden ongetwijfeld de afstroming en infiltratie. Verdere verfijning van deze drukindicator moet in de toekomst leiden tot betere kwantificering van de verschillende processen. Maatregelen en codes van goede praktijk inzake infiltratie en lokale berging, waarmee beleidsmatig reeds wordt gewerkt, moeten toelaten effecten van verdere verstedelijking te reduceren. Cijfermateriaal hieromtrent moet worden verzameld.

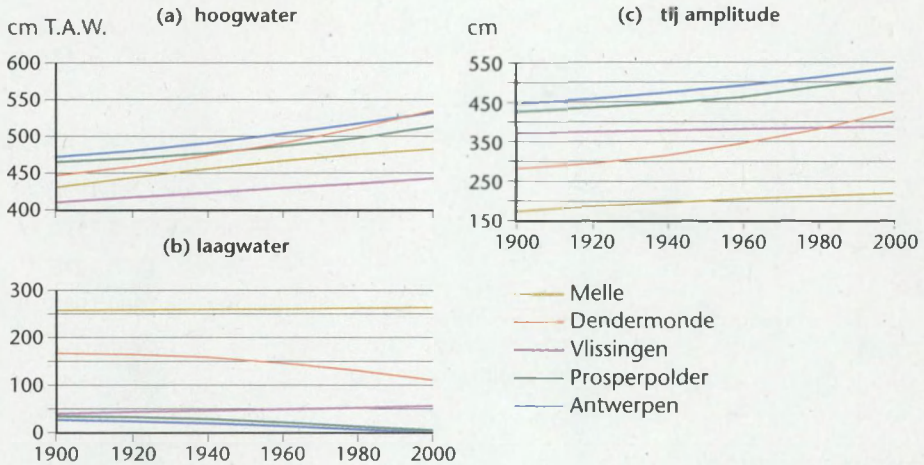
2 Milieukwaliteit

— Waterstanden in het getijgebonden deel van de Schelde

Door zijn open verbinding met de Noordzee kent de Schelde een dubbeldaags getij. Het getij komt via de Westerschelde langs Antwerpen, Temse en Dendermonde tot Gent, waar het door sluizen en stuwen wordt tegengehouden. Het getij heeft ook invloed op een groot aantal zijrivieren van de Schelde.

In figuur 2 worden de trendlijnen van hoogwater, laagwater, en het verschil tussen hoogwater en laagwater (of tij amplitude) weergegeven voor de periode 1885-2000 (AWZ). De cijfers duiden op de meeste plaatsen op een stijging van het jaargemiddeld hoogwater, een daling van het jaargemiddeld laagwater en een stijging van de *tij amplitude*. Vooral in Dendermonde is deze tendens uitgesproken. Enkel in Vlissingen en in Melle is een stijging van de gemiddelde laagwaterstanden op te merken, maar ook hier stijgt de gemiddelde tij amplitude.

Figuur 2: Evolutie hoogwater (a), laagwater (b) en tij amplitude (c) te Vlissingen, Prosperpolder, Antwerpen, Dendermonde en Melle (1885-2000)

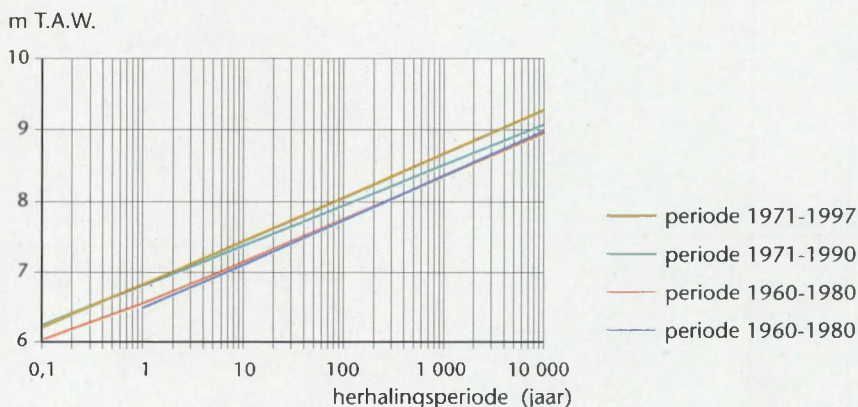


Bron: Taverniers, 2001.

Ook de kans op voorkomen van *hoogwaterstanden boven een bepaalde waarde* evolueert in de tijd. Zo stijgt in Antwerpen de kans op hogere hoogwaterstanden in de loop der jaren (figuur 3). Dit brengt een verhoogd risico op wateroverlast vanuit de Schelde met zich mee.

De stijging van de zeespiegel, de verandering in kombergend vermogen en morfologie van de Schelde (o.a. door uitgevoerde baggerwerken), en de wijziging in het afvoergedrag van de zijrivieren van de Schelde (door bv. de toename in verharde oppervlakte), liggen mee aan de oorzaak van de geobserveerde wijzigingen.

Figuur 3: Kans op voorkomen van hoogwaterstanden boven een bepaalde waarde te Antwerpen-Loodsgebouw



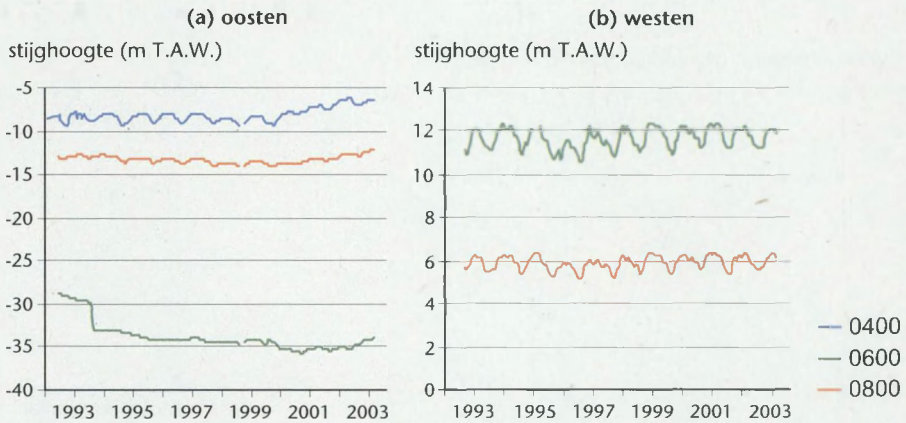
Bron: Taverniers, 2001.

— Grondwaterstand in het Centraal Vlaams Systeem

Het Centraal Vlaams Systeem is één van de zes *grondwatersystemen* in Vlaanderen. Het komt voor in de provincies West- en Oost-Vlaanderen en omvat de grondlagen die boven de Ieperiaanklei voorkomen. Aangezien de toestand-beschrijving van dit systeem is aangevat en er overbemaling is vastgesteld, willen we de drie diepere watervoerende lagen van dit systeem in de kijker zetten.

De *Ieperiaan Aquifer* is in het oosten sterk beïnvloed door waterwinningen in de aquifer zelf en ook door winningen in het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (MIRA Achtergronddocument, 2003). In het centrum en in het westen van het systeem vertonen de reeksen een stabiele trend ondanks de significante waterwinningen in de aquifer zelf (figuur 4 b). De peilbuizen zijn hier gelegen in het freatische tot half-afgesloten deel van de watervoerende laag waar, door het ter plaatse heersende regime van voeding en berging, de directe invloed van de aanwezige grondwaterwinningen eerder beperkt is. In het *Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem* zijn depressietrechters aanwezig in de omgeving van Sint-Niklaas, de regio Lokeren-Zele en rond de Gentse kanaalzone (MIRA Achtergronddocument, 2003). In deze zones liggen de stijghoogten in deze aquifer als gevolg van waterwinning onder de stijghoogte in de Ieperiaan Aquifer (figuur 4 a). In de noordelijkst gelegen diepe peilbuizen vindt een continue daling plaats. Ook in de Gentse kanaalzone neemt de grondwaterstand nog steeds af, terwijl in het westen van het systeem de aquifer niet zichtbaar wordt beïnvloed (figuur 4 a). Ook in het *Oligoceen Aquifersysteem* worden sterk verlaagde peilen waargenomen. De laatste jaren wordt evenwel een lichte stijging genoteerd (figuur 4 a).

Figuur 4: Meetreeksen op verschillende dieptes (Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400), Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (HCOV 0600) en Ieperiaan Aquifer (HCOV 0800)) op twee locaties in het Centraal Vlaams Systeem, (a) in het oosten in gemeente Kruibeke en (b) in het westen in gemeente Beernem (1992-2003)



Bron: AMINAL.

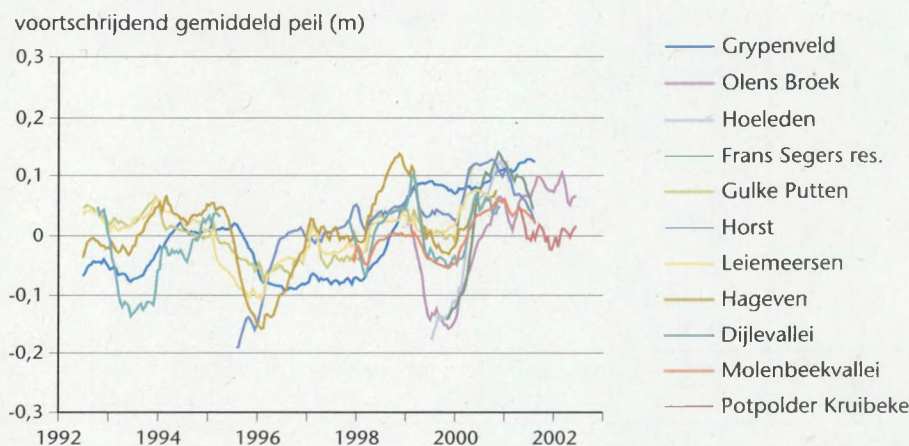
Het is de bedoeling om voor elk van de 6 grondwatersystemen in Vlaanderen een toestandbeschrijving op te stellen die kan dienen voor het vaststellen van doelstellingen en acties voor het in stand houden of verbeteren van de toestand van het systeem. De Europese Kaderrichtlijn Water stelt het bereiken van een goede kwantitatieve en kwalitatieve toestand tegen 2015 voorop. Hiervoor moet op kwantitatief vlak een evenwicht tussen onttrekking en aanvulling van het grondwater in alle grondwatersystemen worden nagestreefd. Het MINA-plan 3 hanteert als tussendoelstelling dat in 2007 het waterpeil in de watervoerende lagen minstens status-quo blijft.

— Ondiepe grondwaterstand in natuurgebieden

Veel natuurgebieden zijn gebonden aan een vochtige of natte omgeving en daardoor bijzonder kwetsbaar voor wijzigingen in de waterhuishouding. Tijdreeksen van *ondiepe grondwaterstanden* in natuurgebieden zijn een goede indicator voor standplaatsverdroging. Behalve enkele langere tijdreeksen zijn de meeste grondwatergegevens fragmentair en kort. De laatste jaren is de monitoring in natuurgebieden echter sterk toegenomen. In figuur 5 wordt het verloop, sinds 1992, weergegeven van het jaarlijks voortschrijdend gemiddelde van de waterpeilen in 11 natuurgebieden. Halfweg de jaren '90 is duidelijk het effect van enkele droge jaren zichtbaar, waarna het peil zich in de daarop volgende jaren terug herstelt. Ook al zijn de 11 gebieden uit figuur 5 te beperkt om een algemene trend voor de Vlaamse natuurgebieden te leveren, is er in deze gebieden wel een licht stijgende trend van het grondwaterpeil waar te nemen. Dit is het gevolg van enkele jaren met een groter neerslagoverschot in combinatie

met een waterbeheer ten behoeve van het herstel van natte natuurtypes. Zo worden in veel natuurgebieden de kleinere grachten niet meer onderhouden, zodat hun drainerende werking langzaam vermindert.

Figuur 5: Jaarlijks voortschrijdend gemiddelde van de waterpeilen in 11 natuurgebieden



Bron: IN, Watina grondwaterdatabank.

— Risico op schade door overstromingen

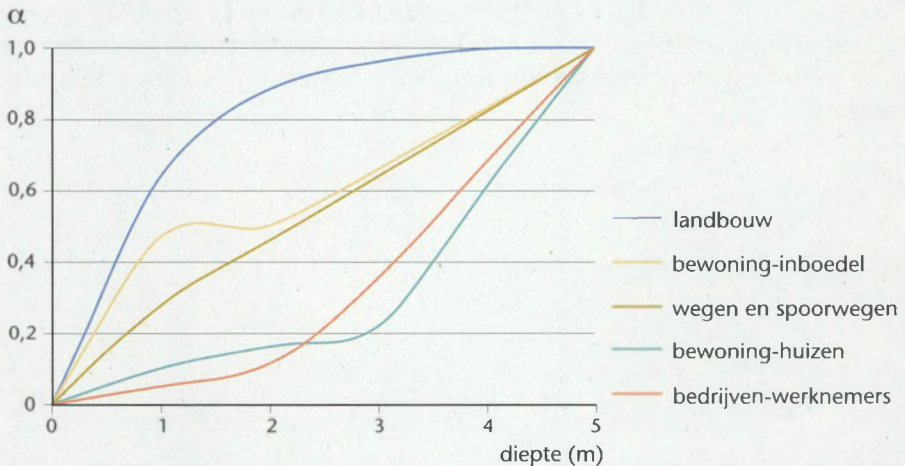
In het verleden werden door de Vlaamse administratie waterbeheersingsplannen zo opgesteld dat lokale overstromingen zich niet of nauwelijks konden voordoen. Hierbij werd het water vaak zo snel mogelijk afgevoerd. Stroomafwaarts kon dit echter voor problemen zorgen. Het doel van de nieuwe waterbeheersingsplannen is om een bescherming te bieden tegen schade, en overstromingen daar te laten plaatsvinden waar ze het minst schade veroorzaken.

Die *schade* door overstromingen kan op verschillende manieren ingedeeld worden:

- monetair waardeerbare versus niet-monetair waardeerbare schade (gevoelsschade, natuurschade ...);
- interne (in het overstroomde gebied zelf) versus externe schade (op een plaats waar geen wateroverlast is, bv. doordat toeleveringsbedrijven te kampen hebben met wateroverlast);
- directe (gebouwen, inboedels, gewassen...) versus indirecte schade (productieverlies, opruimkosten).

Bij het bepalen van schade en het daaruit afgeleide risico wordt in de huidige waterbeheersingplannen voor bevaarbare rivieren rekening gehouden met de monetair waardeerbare, de interne en de directe en indirecte schade. Voor elk type bodemgebruik wordt een maximale schade bepaald uitgaande van de vervangingswaarde. Vervolgens wordt het verband bepaald tussen de waterdiepte (hoe hoog het water staat boven het maaiveld) op een bepaalde plaats en de optredende schade. Dit verband is afhankelijk van het bodemgebruik (MIRA Achtergronddocument, 2003). Een aantal voorbeelden zijn weergegeven in figuur 6 waarbij α factor 0 duidt op geen schade, en α factor 1 dat de werkelijk optredende schade op die plaats gelijk is aan de maximale schade aldaar.

Figuur 6: Verband tussen waterdiepte en schade (α)



Bron: UGent, WLH.

Van iedere overstroming waarvan de schade berekend wordt, wordt eveneens bepaald wat de *kans* is dat overstroming zich voordoet. Al deze gegevens worden gebruikt bij de bepaling van het risico op schade door overstromingen (MIRA Achtergronddocument, 2003). Het effect van hydraulische ingrepen of van wijzigingen in bodemgebruik kan nu gekwantificeerd worden en vergelijkingen tussen verschillende hydrografische bekkens of verschillende inrichtingsscenario's in eenzelfde deelstroomgebied zijn mogelijk. De bekomen waarden kunnen echter niet absoluut bekeken worden.

Voor het Denderbekken werden de risicokaarten reeds opgesteld. Zoals verwacht, is de economische schade per oppervlakte het grootst voor woningen, industriegebouwen en andere constructies. Echter, door de grote oppervlakte die door landbouw ingenomen wordt, is het aandeel landbouw in het totale risico op schade in het Denderbekken niet verwaarloosbaar. Het risico op schade is in het Denderbekken het laatste decennium nog verder gestegen. Enkele pro-

bleemgebieden werden hier reeds aangepakt, o.a. door kleinschalige ont-eigeningen van woningen. Het blijvend monitoren van het risico zal echter nodig zijn omdat de verhouding van de economische waarde van verschillende gebieden verder zal wijzigen in de toekomst. In welke mate klimaatveranderingen een verhoging van het risico met zich mee brengen, is op dit ogenblik moeilijk in te schatten. Algemeen wordt echter aangenomen dat er in de toekomst zeker niet minder extreme gebeurtenissen zullen plaatsvinden.

Er wordt wel eens geopperd dat er te weinig overstromingsgebieden zijn in het Denderbekken. De inrichting van nieuwe gecontroleerde kunstmatige wacht-bekkens gebeurt best alleen op die plaatsen waar een duidelijke vermindering van het risico optreedt. Overstromingsgebieden brengen immers aanzienlijke kosten voor bouw en onderhoud met zich mee, maar zijn ook vanuit landschap-pelijk en historisch oogpunt nog steeds niet zaligmakend. Een economische en maatschappelijke kosten-batenanalyse dringt zich op. Waar mogelijk is het inschakelen van volledige of grote delen van valleien een alternatief waardoor de kosten lager zijn en de landschappelijke impact kleiner is. Het gebruiken van deze gebieden voor bepaalde andere doeleinden zoals beweiding blijft dan mogelijk.



Meer informatie in het achtergronddocument Verstoring van de waterhuishouding op www.milieurapport.be/AG

Referenties

Ecolas nv (2003) Berekening van het watergebruik in 2001 en analyse van het watergebruik in de periode 1991-2001. Ondersteunend onderzoek MIRA-T 2003, in opdracht van MIRA, VMM.

MIRA Achtergronddocument (2003) 2.11 Verstoring van de Waterhuishouding, Van Damme M., Uitdewilligen D., Cauwenberghs K., Leemans I., Peeters B., Van Daele T., Vandevelde D., Vanneuville W., Van Eerdenbrugh K., Taverniers E., Degans H., Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be/AG

Taverniers E. (2001) Evolutie van het getij in de Zeeschelde in de twintigste eeuw. Afdeling Maritieme Toegang, AWZ.

Lectoren

Veerle Campens, ALT, Departement EWBL

Greet De Gueldre, Aquafin nv

Peter De Smedt, Axel Verachtert, APS, Departement AZF

Dirk De Smet, VMW

René Meeuwis, Afdeling Natuur, AMINAL

Marijke Meul, Steunpunt Duurzame Landbouw

Eddy Poelman, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Caroline Thys, Directoraat-generaal, AMINAL

Koen Van De Weyer, Studiedienst Boerenbond

Wim Van Gils, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Bernard Vanheusden, Limburgs Universitair Centrum

Adelheid Vanhille, Paul Van Huffel, Afdeling Water, AMINAL

2.12 Vermesting

Dirk Van Gijsegheem, VOLT, ALT

Ludwig Lauwers, Ann Sanders, Sonia Lenders, CLE

Myriam Dumortier, NARA, IN

Stijn Overloop, MIRA, VMM

Vermesting is de aanrijking van bodem en water met nutriënten stikstof (N), fosfor (P), kalium (K) waardoor ecologische processen en natuurlijke kringlopen verstoord worden. Deze verstoringen leiden tot verhoogde stikstof- en fosfaatconcentraties in grond- en oppervlaktewater. Dit veroorzaakt mede de achteruitgang van biodiversiteit en de kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen. Ook de kwaliteit van de drinkwatervoorziening wordt onder druk gezet.

-
-  Overschot op de nutriëntenbalans van de landbouw
 -  Mestverwerking en -export
 -  Vermestende emissie van de doelgroepen
 -  Rendement nutriëntenverwijdering in de openbare afvalwaterzuivering
 -  Nitraatconcentratie in oppervlaktewater (MAP-meetnet)
 -  Rode Lijst hogere planten en vermisting
-

241

1 Milieudruk

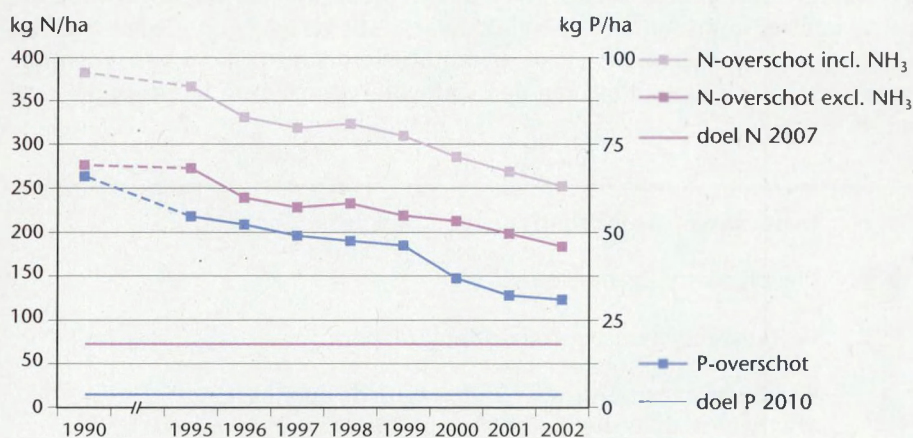
— Overschot op de nutriëntenbalans van de landbouw

De *nutriëntenbalans* van het landbouwsysteem bestaat aan de inputzijde uit de hoeveelheden nutriënten die het landbouwsysteem binnenkomen (mest, atmosferische depositie, biologische stikstoffixatie), aan de outputzijde uit de hoeveelheden die als vermarktbaar product het systeem verlaten (afvoer door gewas- en voederproductie) en de *nutriëntenemissie* (naar bodem, lucht en water). De in MIRA-T gevolgde balansbenadering van het ganse landbouwsysteem laat een duidelijke beschrijving van de fysieke nutriëntenstroom toe en biedt aldus voldoende aangrijpingspunten voor een emissie-inventaris. In tegenstelling tot bijvoorbeeld de bodembalansbenadering van de OESO is de

ammoniakemissie uit stallen en uit mestopslag, zoals alle overige ammoniak-emissie, vervat in deze emissie-inventaris. De nutriëntenbalans van het landbouwsysteem fungeert aldus als vertrekbasis om de vermestende emissie in rekening te brengen. De nutriëntenbalans wordt opgesteld voor stikstof en fosfor.

In 2002 bedroeg het vermestende overschot 252 kg N/ha (inclusief ammoniak) en 31 kg P/ha (figuur 1). Ten opzichte van 1990 daalde het stikstofoverschot op de balans met 31 % en het fosforoverschot op de balans met 52 %. De daling in 2002 t.o.v. 2001 komt door een verminderd kunstmestgebruik, een verhoogde voederefficiëntie en een afname van de veestapel.

Figuur 1: Overschot op de stikstof- en fosforbalans van de landbouwsector (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: CLE.

De kortetermijndoelstelling voor 2007, zoals bepaald in het goedgekeurde MINA-plan 3 (2003-2007), voor het overschot op de *stikstofbodembalans*, exclusief ammoniak, bedraagt 70 kg N/ha. Deze doelstelling is afgeleid uit de kwaliteitsnorm (50 mg nitraat/l) voor drinkwater. Om de stikstofemissie van de landbouwbodem te toetsen aan deze doelstelling moet de NH_3 -emissie uit de nutriëntenbalans in mindering gebracht worden. Het stikstofoverschot exclusief NH_3 -emissie bedroeg 184 kg N/ha in 2002. De afstand tot de doelstelling bedraagt aldus 114 kg N/ha. Deze doelafstand is ongeveer gelijk aan het totale Vlaamse kunstmestgebruik of aan 40,6 % van de dierlijke stikstofproductie in Vlaanderen.

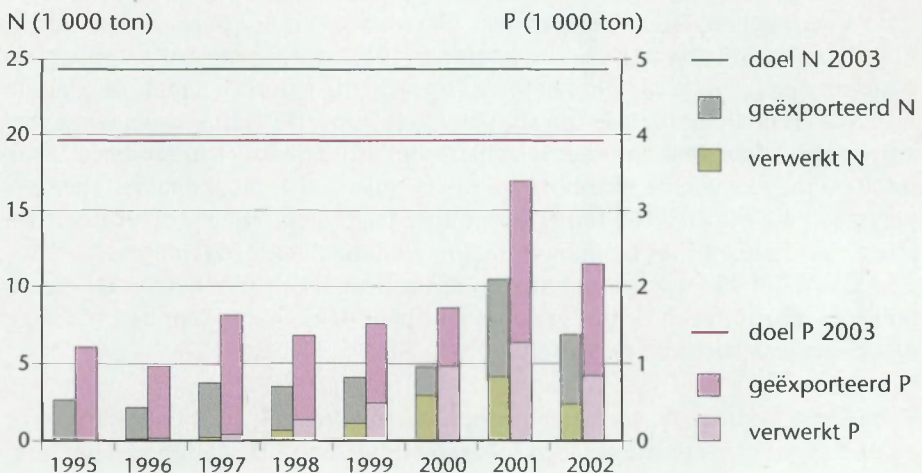
Als middellangetermijndoelstelling (2010) voor fosfor werd 3,6 kg P/ha vooropgesteld (MIRA-S 2000). Het overschot bedroeg 30,8 kg P/ha in 2002 en is bijgevolg nog 27,2 kg P/ha verwijderd van het doelniveau. Deze doelafstand komt overeen met 54 % van de Vlaamse dierlijke fosforproductie.

In het mestbeleid dient sinds 2000 de nutriëntenbalans als *sensibiliserend instrument* voor de landbouwer. De nutriëntenbalans op bedrijfsniveau is een soort boekhouding waarmee de landbouwer de nutriëntenverliezen op zijn bedrijf per hectare of per dier kan berekenen. Door het evalueren van de resultaten van de nutriëntenbalans kunnen de juiste maatregelen geselecteerd worden om de nutriëntenefficiëntie van een landbouwbedrijf te verbeteren en de verliezen te beperken. Er zijn echter zeer weinig landbouwers die van deze nutriëntenbalansen op bedrijfsniveau gebruik maken.

— Mestverwerking en -export

Mestverwerking speelt een sleutelrol in het mestbeleid, daar, volgens de uitgangspunten van Mestdecreet, ten minste 50 % van het Vlaamse mestoverschot moet worden verwerkt of geëxporteerd. Om de mestverwerking en -export te realiseren werd een *mestverwerkingsplicht* ingevoerd, waarbij het percentage te verwerken mest toeneemt in verhouding tot de mestproductie op het bedrijf. De hoeveelheid verplicht te verwerken mest wordt gradueel opgebouwd tot een maximum in het jaar 2003. In 2003 moet 4,8 miljoen kg fosfor en 19,5 miljoen kg stikstof worden verwerkt of naar het buitenland geëxporteerd. Figuur 2 geeft de evolutie van de verwerkte en de geëxporteerde hoeveelheid dierlijke mest de voorbije jaren en de doelstelling voor 2003. Voor fosfor wordt de mestverwerkingsdoelstelling voor de helft gehaald, voor stikstof maar voor een derde. Het verschil is te wijten aan het feit dat heden voornamelijk kippenmest wordt verwerkt en bijna geen varkensmest.

Figuur 2: Geëxporteerde en verwerkte mest (Vlaanderen, 1995-2002)



Bron: Mestbank - VLM.

Uit de evolutie blijkt verder dat de export en verwerking in 2002 ongeveer tot 2/3 herleid is ten opzichte van 2001. Dit komt voornamelijk door het verdwijnen van de afzetmogelijkheid in Wallonië.

De operationele verwerkingscapaciteit in Vlaanderen bedroeg half 2003 14 miljoen kg N en 4,1 miljoen kg P, waarvan meer dan 80 % voor pluimveemest (VCM, 2003). De huidige operationele capaciteit volstaat om het pluimveemestoverschot weg te werken, voor varkensmest is slechts 20 % van de benodigde capaciteit operationeel. Het zijn voornamelijk economische problemen die de opstart van mestverwerkingsinitiatieven blokkeren.

De grote doelafstand voor varkensmest wordt ook veroorzaakt door de onduidelijkheid over de hoeveelheid te verwerken mestoverschot op bedrijfsniveau. De hoeveelheid mest die kan afgezet worden en dus de grootte van het mestoverschot, varieert door de aanduiding van bijkomende kwetsbare gebieden en het dalend aantal dieren. Bovendien bestaat er een ontwijkingsgedrag van de regels in verband met de mestverwerkingsplicht: door een verlaagde mestproductie bekomt een bedrijf een lagere mestverwerkingsplicht. De aanduiding kwetsbare gebieden doet vooral op runderbedrijven mestoverschotten ontstaan. Het mestoverschot op rundveebedrijven kan via een *efficiënter nutriëntenbeheer* op het bedrijf worden aangepakt, maar de huidige decretale excretiecijfers voor rundvee, die lager zijn dan de reële excretie (Campens & Lauwers, 2002), bieden hiertoe onvoldoende stimulans.

— Vermestende emissie van de doelgroepen

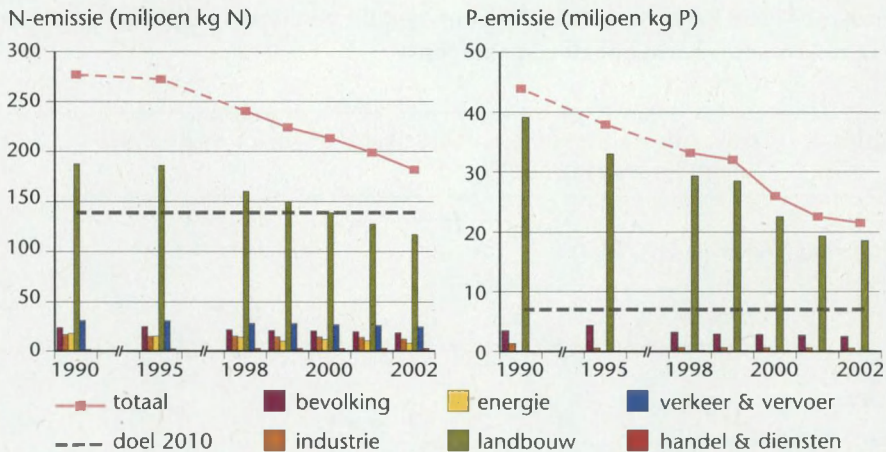
De indicator vermestende emissie geeft een overzicht van de vermestende stikstof- en fosforstromen die in het milieu terechtkomen (figuur 3), opgedeeld naar doelgroepen. Dit is de som van alle vermestende emissies naar lucht, oppervlaktewater, bodem en grondwater. In 2002 bedroeg de vermestende stikstofemissie nog 66 % van deze in 1990. Ten opzichte van 2001 daalde de emissie met 9 % en bedroeg 182 208 ton stikstof (N) in 2002. De daling sinds vorig jaar komt vooral door de verminderde emissie van de landbouw (-10 229 ton N). Ook de NO_x-emissies van de sectoren energie en verkeer & vervoer daalden met respectievelijk 2 558 en 1 568 ton N en dit door technologische verbeteringen. De stikstofemissie van de landbouw daalde, ondanks een gedaalde mestexport, door een dalend kunstmestgebruik en een vermindering van het aantal dieren (varkens en rundvee). De vuilvracht naar oppervlaktewater door de bevolking daalde weer verder met 577 ton N.

Voor fosfor bedroeg de vermestende emissie in 2002 nog 49 % tegenover 1990 en daalde met 5 % tegenover 2001 tot 21 590 ton in 2002. De daling van het laatste jaar komt vooral op rekening van de landbouw door een lagere fosforinhoud van het voeder en een daling van het aantal dieren.

Het aandeel van de landbouw in de vermestende emissie, stikstof en fosfor tezamen, bedraagt 76 % in 2002. Bevolking, verkeer & vervoer en industrie dragen voor respectievelijk 11, 6 en 4 % bij. Door de *integratie van doelstellingen*

vastgelegd voor afzonderlijke nutriëntenstromen stellen we voor stikstof een emissiedoelstelling voorop van 130 miljoen kg/jaar tegen 2010. Voor fosfor komt dit op 7 miljoen kg/jaar. Om de doelafstand te overbruggen is een verdere reductie nodig met 29 % voor stikstof en met 68 % voor fosfor ten opzichte van 2002.

Figuur 3: De vermestende stikstof- en fosforemissie per doelgroep (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: CLE, OVAM, Aquafin, VMM.

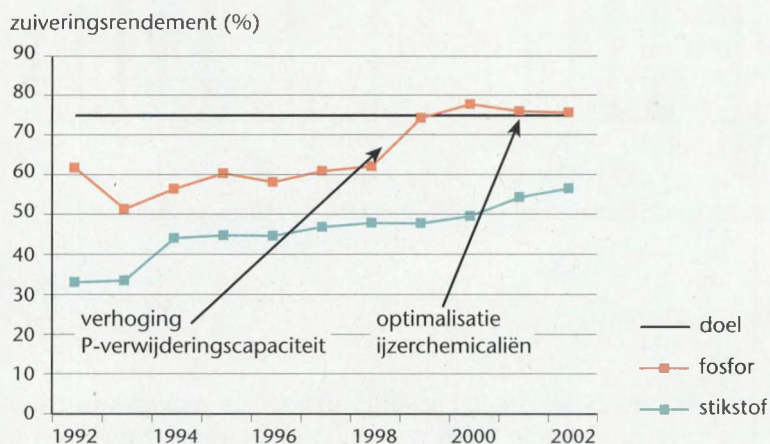
De grootste nutriëntenemissies zijn het gevolg van het gebruik van kunstmest, verbrandingsmotoren en de import van veevoeder. Door deze stromen verder *geïntegreerd te reduceren*, kan de nutriëntenuitstoot brongerichter en effectiever aangepakt worden om verschillende milieuproblemen tezamen aan te pakken (Sliggers, 2002). De nutriëntenuitstoot draagt immers ook bij tot ozonvorming, verzuring en klimaatverandering.

— Rendement nutriëntenverwijdering in de openbare afvalwaterzuivering

In 2002 bedroeg het aandeel van de bevolking in de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater respectievelijk 33 en 50 %. Voor stikstof is de bevolking na landbouw de grootste verontreiniger van het oppervlaktewater. Voor fosfor is de bevolking de grootste lozer. Via rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) wordt het afvalwater van bevolking en in beperkte mate van de industrie gezuiverd. Het *zuiveringsrendement* van RWZI's is een indicator voor de effectiviteit van de nutriëntenverwijdering van de huishoudens die aangesloten zijn op een RWZI. Deze aansluitingsgraad bedroeg 60 % in 2002. Andere aspecten van afvalwaterzuivering komen aan bod in hoofdstuk 2.19 Kwaliteit oppervlaktewater.

De afgelopen 11 jaar steeg het zuiveringsrendement van de RWZI's voor stikstof en fosfor (figuur 4). In 2002 bedroeg dit rendement 76 % voor fosfor en 57 % voor stikstof. Voor fosfor is de verhoging in 1999 te danken aan de ingebruikname van extra fosfaatverwijderingsinstallaties. De stagnatie en lichte daling na 2000 hebben te maken met geoptimaliseerd grondstoffengebruik: 28 % minder ijzerchloride voor slechts 2 % rendementsdaling. Als doelstelling voor het gemiddeld rendement van alle RWZI's samen nemen we 75 % voor fosfor (Europese richtlijn stedelijk afvalwater). Dit werd bereikt in 1999. Per individuele RWZI groter dan 10 000 inwonerequivalenten is het opgelegd zuiveringsrendement van 80 % voor fosfor nog niet bereikt, maar niet alle RWZI's hebben deze rendementsnorm opgelegd gekregen.

Figuur 4: Zuiveringsrendementen voor stikstof en fosfor op de RWZI's (Vlaanderen, 1992-2002)



Bron: EIW - VMM.

Voor stikstof steeg het rendement continu, door de uitbreiding van de stikstofverwijderingscapaciteit op gerenoveerde RWZI's en door de installatie van nieuwe RWZI's met stikstofverwijderingscapaciteit. Het installeren van extra capaciteit voor stikstofverwijdering is veel ingrijpender dan voor fosforverwijdering. Als doelstelling voor het gemiddeld rendement van alle RWZI's samen nemen we 75 % voor stikstof (Europese richtlijn stedelijk afvalwater). Individuele RWZI's groter dan 10 000 inwonerequivalenten zouden een rendement moeten halen van 70 à 80 % voor stikstof. Met de huidige technologie is een zeer verregaande verwijdering van stikstof mogelijk, afhankelijk van de concentratie in het inkomende afvalwater. Een hogere concentratie leidt in die omstandigheden tot een hoger zuiveringsrendement. Om voor stikstof deze doelstellingen te halen zal de toestroom van regenwater en gezuiverd bedrijfsafvalwater naar de RWZI's moeten verminderen. Hiervoor is een beleid uitgestippeld. Gecombineerd met een verhoogd aanbod van huishoudelijk afvalwater, zullen de geplande investeringen voor de komende 3 jaar tot een

verdere rendementstijging leiden. Andere maatregelen zijn de verdere renovatie van RWZI's om nutriëntverwijderingscapaciteit te verhogen en de aanvoer van complementaire bedrijfsafvalstromen om de zuiveringsefficiëntie te verhogen.

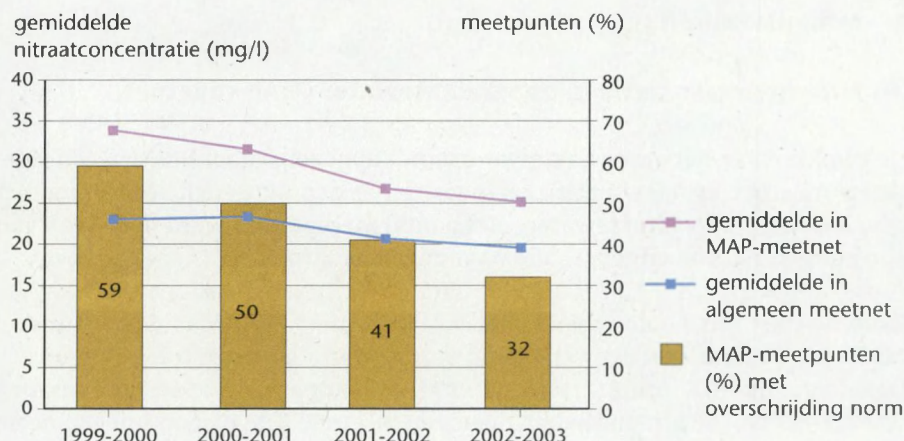
2 Milieukwaliteit

— Nitraatconcentratie in oppervlaktewater (MAP-meetnet)

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt opgevolgd door VMM in een algemeen meetnet en een specifiek naar de landbouw gericht MAP-meetnet (2.19 Kwaliteit oppervlaktewater). Het aantal meetpunten werd in de loop van 2003 uitgebreid van ongeveer 260 naar ongeveer 800.

Sinds de start van de metingen in het MAP-meetnet in 1999 daalde het aandeel MAP-meetpunten met overschrijding van de norm 50 mg nitraat/l (figuur 5). Ook de gemiddelde concentratie in het MAP-meetnet nam af en deze afname was sterker dan de afname in het algemeen meetnet. Dit wijst op een versnelde sanering in het MAP-meetnet. Het sterk sensibiliserend effect van de MAP-meetpunten voor de landbouwers, maar mogelijk ook de weersomstandigheden beïnvloeden deze resultaten. De winters van 1998 tot 2003 waren natter dan normaal, wat leidde tot een verdunning en dus lagere nitraatconcentraties. In een jaar met normale neerslag zouden nog piekconcentraties kunnen voorkomen (Nevens, 2003). Ook blijft de nitraatconcentratie in het MAP-meetnet hoger dan in het algemeen meetnet. Ook uit SENTWA-modelberekeningen (2.19 Kwaliteit oppervlaktewater) blijkt dat de stikstofvrachten die vanuit de landbouw in oppervlaktewater terechtkomen, in tegenstelling tot de concentraties, niet gedaald zijn tussen 2000 en 2001.

Figuur 5: Jaargemiddelde nitraatconcentratie in het MAP-meetnet en het algemeen meetnet oppervlaktewater, percentage MAP-meetpunten met minstens één overschrijding van de nitraatnorm van 50 mg/l (Vlaanderen, 1999-2002)



De periodes beslaan telkens een heel jaar van 1 juli tot 30 juni.

Bron: VMM.

Het mestspreadsbeleid verplicht het mesttransport van landbouwbedrijven met mestoverschot naar bedrijven die nog mest kunnen aanvaarden volgens de bemestingsnormen. Door dit beleid nemen de uiterst hoge nitraatmaxima (voorheen tot meer dan 200 mg/l) sterk af, maar verdwijnen nitraatarme zones steeds meer. Uit het Natuurrapport 2003 blijkt dat dit in Vlaanderen een belangrijk probleem blijft voor de bescherming van natuurgebieden. Het respecteren van de 50 mg/l nitraatnorm (= 11,3 mg N) volstaat niet om de meest kwetsbare watergebonden ecosystemen tegen eutrofiëring te beschermen. Daarvoor zijn strengere natuurgerichte normen nodig rond 1 à 2 mg N (Vannevel & Maeckelberghe, 2003). Verschillende Europese landen werken reeds met kwaliteitsklassen die veel fijner en natuurgerichter zijn, zowel voor nitraat als voor orthofosfaat. De Europese Kaderrichtlijn Water verplicht de lidstaten een gedifferentieerde normstelling voor oppervlaktewateren op te stellen, die nauw aansluit bij de gewenste natuurtypen.

De Europese Commissie is in juni 2003 gestart met een procedure bij het Europees Gerechtshof tegen België (Vlaanderen en Wallonië) wegens het niet correct omzetten van de Nitraatrichtlijn. De niet-correcte afbakening van de kwetsbare zones is het hoofdargument. Slechts 46 % van het Vlaamse landbouwareaal is aangeduid als kwetsbare zone waar een strengere bemestingsnorm voor dierlijke mest geldt van 170 kg N/ha. De Commissie stelt dat, uitgaande van de resultaten van het grond- en oppervlakte- en zeewatermeetnet, geheel Vlaanderen moet worden aangeduid. Ook het Vlaamse actieprogramma wordt als

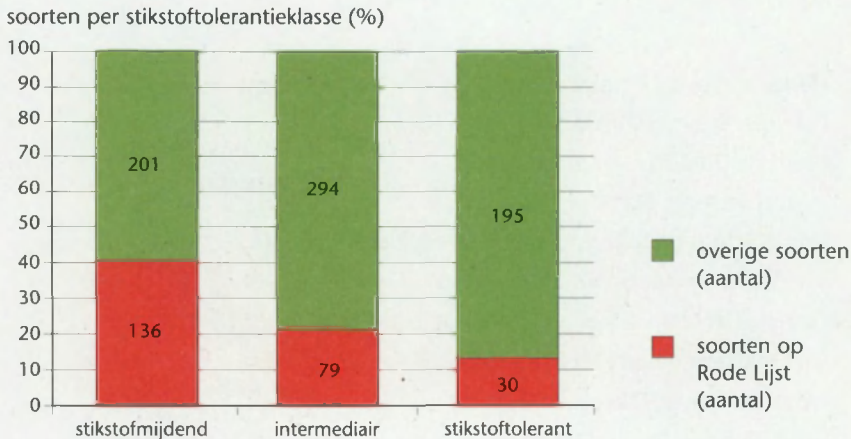
onvoldoende beschouwd. Nederland werd in oktober 2003 door het Europees Hof in een gelijkaardige zaak veroordeeld.

3 Gevolgen voor natuur

— Rode Lijst hogere planten en vermisting

Een Rode Lijst geeft aan welke soorten uitgestorven, met uitsterven bedreigd, bedreigd of kwetsbaar zijn. Van de stikstofmijdende planten bevinden zich 40 % op de Rode Lijst hogere planten, terwijl van de stikstoftolerante soorten dat maar 13 % is (figuur 6). Vermesting is één van de factoren die tot deze kritieke toestand van soorten leidt. Niet alleen de voedselarme ecosystemen, maar ook de van nature voedselrijke lijden onder vermisting, bv. de Blankaartvijver in West- Vlaanderen. Eén van de mogelijke oorzaken van de vastgestelde achteruitgang van waterplanten in de polders is eveneens vermisting (3.2 Gevolgen voor natuur).

Figuur 6: Indeling van de Vlaamse hogere planten naar stikstoftolerantie en hun aandeel op de Rode Lijst (Vlaanderen, 1972-2002)



Bron: NARA 2003, 2003.

In 97 % van de Vlaamse terrestrische natuur blijft de kritische last voor stikstofdepositie, met als criterium het behoud van biodiversiteit, overschreden in 2002. Dit betekent dat de stikstofdepositie er zo hoog is dat de biodiversiteit erop achteruit kan gaan (achtergronddocument Vermesting). Naast deze aanvoer via de lucht, worden ook overmatig veel nutriënten (stikstof en fosfor) aangevoerd via grondwater, oppervlaktewater of bemesting. Normen voor atmosferische deposities en mesttoediening houden beperkt rekening met randvoorwaarden voor natuurbehoud, alhoewel dit nog onvoldoende heeft geleid tot de realisatie van een natuurgerichte milieukwaliteit.



Meer informatie in het achtergronddocument Vermesting op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Campens V., Lauwers L. (2002) Kunstmestgebruik en gewasproductie als determinanten van de nutriëntenemissie, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, www.milieurapport.be, studie in opdracht van MIRA, VMM.
- NARA 2003 (2003) Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh C., van Straaten D. en Kuijken E. (2003) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 21, Brussel, www.nara.be
- Nevens F. (2003) Jaarverslag 2002, Steunpunt Duurzame Landbouw, UGent, K.U.Leuven, Melle.
- Sliggers C.J. (2002) Reactief stikstof vereist een integraler milieubeleid, *Milieu* 17 (2), 78-90.
- Vannevel R., Maeckelberghe H. (2003) Stikstof in het Vlaamse oppervlaktewater: een probleemanalyse, *Water* 8, 1-11, viwc.lin.vlaanderen.be/water
- Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking (VCM) (2003) Operationele stand van zaken mestbe- en verwerking in 2003, VCM, Brugge.

Lectoren

- Hendrik Cnockaert, CLO
- Peter De Bruyne, OVAM
- Greet De Gueldre, Aquafin nv
- Marcel de Jong, BLIVO
- An De Schrijver, Laboratorium voor Bosbouw, UGent
- Koen Desimpelaere, Jan Kielemoes, VLM
- Patricia Grobбен, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Bart Martens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Johan Neiryndck, IBW
- Frank Nevens, Ignace Verbruggen, Steunpunt Duurzame Landbouw
- Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Koen Van De Weyer, Boerenbond
- Jan Van der Sluys, VMW
- Kor Van Hoof, Yves Ronse, Philip Van Avermaet, VMM
- Steven Vanholme, Natuurpunt vzw
- Nancy Vogels, Bodemkundige Dienst van België

2.13 Verzuring

Philip Van Avermaet, Afdeling Meetnetten en Onderzoek, VMM

Luc Denys, IN

Johan Brouwers, Stijn Overloop, MIRA, VMM

Verzuring van het milieu treedt rechtstreeks op wanneer verzurende bestanddelen zich afzetten op vegetatie, bodem, gebouwen en oppervlaktewater, of onrechtstreeks wanneer het chemisch evenwicht van bodem en oppervlaktewater wijzigt (bv. door verdroging of uitputting van bufferende vermogens). Hoofdoorzaak van verzuring is de verontreiniging van de lucht door emissies van zwaveldioxide (SO_2 – vnl. door industrie, stookinstallaties en diesilverkeer), stikstofoxiden (NO en NO_2 , samen aangeduid als NO_x – vnl. door verkeer en verbrandingsprocessen) en ammoniak (NH_3 – vnl. door landbouw). De vrijzetting van deze verzurende stoffen in het milieu veroorzaakt o.a. corrosie van materialen en versnelde verwerking van gebouwen, en verhoogt de kans op schade aan ecosystemen. Bovendien schaden hoge concentraties SO_2 en NO_x ook de gezondheid.

251



Potentieel verzurende emissie



Concentratie verzurende stoffen in omgevingslucht

Verzurende depositie

Oppervlakte natuur met overschrijding kritische last verzuring

Aandeel van de verzuringsindicator *Eunotia exigua*

1 Milieudruk

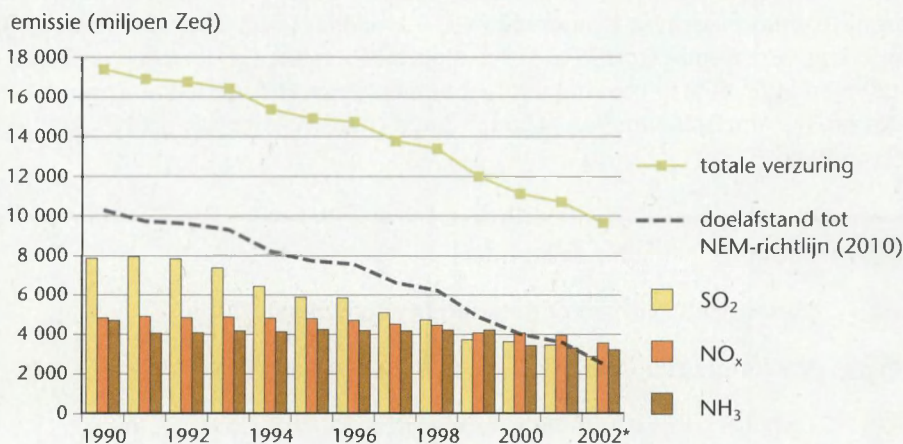
— Potentieel verzurende emissie

De emissies van SO_2 , NO_x (uitgedrukt als NO_2) en NH_3 worden bij elkaar geteld tot de som van potentieel verzurende emissies. Die som wordt uitgedrukt in *zuurequivalenten* (Zeq), waarbij het zuurvormend vermogen van elke stof in rekening wordt gebracht. Een bijwerking van de emissieberekeningen (vooral voor het wegverkeer) leidde tot een bijstelling van eerder in MIRA gepubliceerde data. Tussen 1990 en 2002 is de totale potentieel verzurende emissie gedaald van 17 407 naar 9 659 miljoen Zeq (figuur 1). Dit is vooral te danken aan de daling

van de SO_2 -emissie door het lager zwavelgehalte in de diverse brandstoffen voor transport, industriële processen en energieopwekking. Ook de NO_x -emissie bevindt zich al enkele jaren in een dalende trend, vnl. door sterke emissiereducties in de sector energie (-57 %) en de sector verkeer & vervoer (-25 %). Deze laatste blijft in absolute cijfers echter wel de belangrijkste bron. Door de maatregelen in het Ammoniakreductieplan en het Mestactieplan (2000) (2.12 Vermesting) daalt de NH_3 -emissie sinds 2000. Ongeveer een derde van die daling komt door een inperking van de veestapel, de rest door het emissiearm aanwenden van mest. De NH_3 -reducties die door de industrie werden gerealiseerd, worden echter volledig tenietgedaan (in absolute termen) door de emissietoename van NH_3 bij verkeer & vervoer.

In 2002 bedroeg de relatieve bijdrage van SO_2 , NO_x en NH_3 respectievelijk 29,8 %, 36,9 % en 33,3 %, wat NO_x tot de belangrijkste component in de verzurende emissies maakt.

Figuur 1: Evolutie van de potentieel verzurende emissies (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

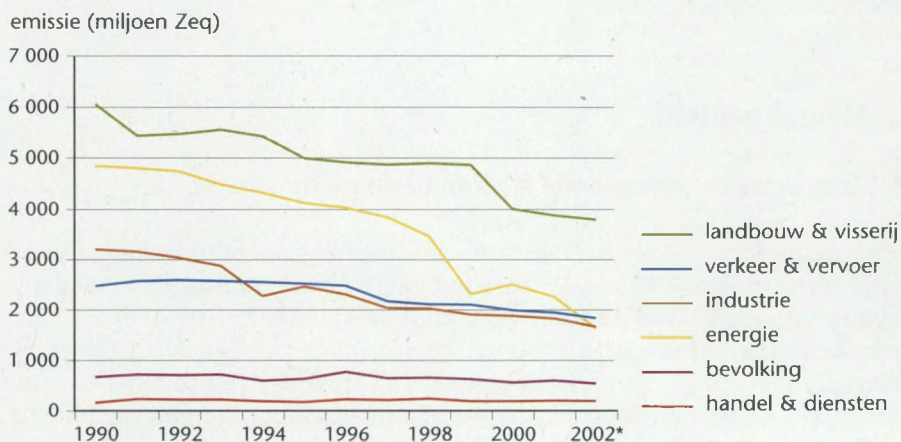
Bron: VMM.

De *EU-richtlijn Nationale Emissie Maxima* (NEM-richtlijn, 2001/81/EG) legt per lidstaat emissieplafonds voor de polluenten SO_2 , NO_x en NH_3 vast, te bereiken in 2010. Een akkoord tussen de 3 gewesten heeft deze doelstelling voor Vlaanderen op 6 778 miljoen Zeq gelegd. De NO_x -emissies die uit de bodem vrijkomen door bacteriële processen na gebruik van dierlijk mest en kunstmest, zijn niet beschouwd bij het vaststellen van de eerdergenoemde plafonds. Daarom is deze emissiefractie niet meegenomen bij de berekening van de doelafstand, maar wel in de emissietotalen van figuur 1. Door de sterke emissiedaling tussen 1990 en 2002 lijkt Vlaanderen goed op weg om de doelstelling tijdig te halen. Van de 60,3 % reductie die Vlaanderen tussen 1990 en 2010 moet realiseren, is in 2002

reeds drie vierden gerealiseerd. Toch zal het bereiken van de doelstelling nog inspanningen vragen met financiële consequenties. Hiertoe zijn maatregelen voorzien in het recent goedgekeurde MINA-plan 3 (2003-2007). Dit plan streeft bovendien een verdere reductie tot 6 164 miljoen Zeq na. Deze streefwaarde vormt het uitgangspunt voor de uitwerking van het beleid en anticipeert daarmee ook op de mogelijke herziening van de bindende plafonds. De NEM-richtlijn voorziet immers een tussentijdse evaluatie in 2004, met mogelijkheid tot bijsturing van de plafonds.

Figuur 2 toont de evolutie van het aandeel van de verschillende sectoren in het totaal aan potentieel verzurende emissies in Vlaanderen. Opvallend zijn de sterke dalingen van de emissies tussen 1990 en 2002 van de sectoren energie (-66 %), industrie (-48 %) en landbouw & visserij (-37 %). Ook de emissies van de sectoren bevolking (-19 %) en verkeer & vervoer (-26 %) dalen. Voor de sector handel & diensten is er echter sprake van een toename met 21 %, te wijten aan de toegenomen gebouwenverwarming. In absolute cijfers is deze emissie echter zeer laag.

Figuur 2: Evolutie van de potentieel verzurende emissies door de verschillende sectoren (Vlaanderen, 1990-2002)

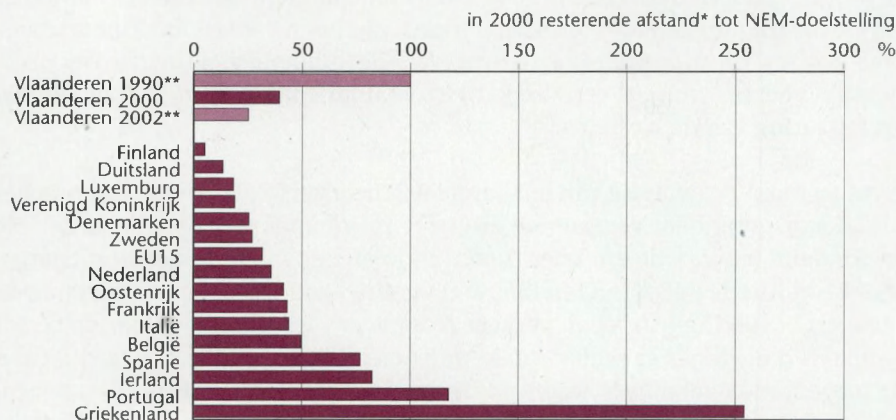


* voorlopige cijfers

Bron: VMM.

In figuur 3 staan de reeds behaalde reducties voor Vlaanderen en de verschillende EU-lidstaten vergeleken met de weg die ze nog moeten afleggen om elk hun eigen NEM-doelstelling te halen in 2010. In 2000 was Vlaanderen al dichterbij de doelstelling genaderd dan heel België, maar liep het nog achter t.a.v. de EU in haar geheel. In 2002 blijkt Vlaanderen nog slechts 25 % van de oorspronkelijke doelafstand te moeten afleggen. Daarmee lijkt Vlaanderen zijn achterstand op het EU-gemiddelde te zullen inlopen. In Portugal en vooral Griekenland zijn de emissies nog gestegen na 1990.

Figuur 3: Afstand tot de NEM-doelstelling voor 2010 vergeleken voor Vlaanderen (2000 én 2002) en de EU-lidstaten (2000)



* 100 % stemt overeen met de afstand tussen de situatie in 1990 en de doelstelling in 2010 voor elk land afzonderlijk.

** Als vergelijkingsbasis opgenomen voor de situatie in 2000.

Bron: EMA en VMM.

2 Milieukwaliteit

— Concentratie verzurende stoffen in omgevingslucht

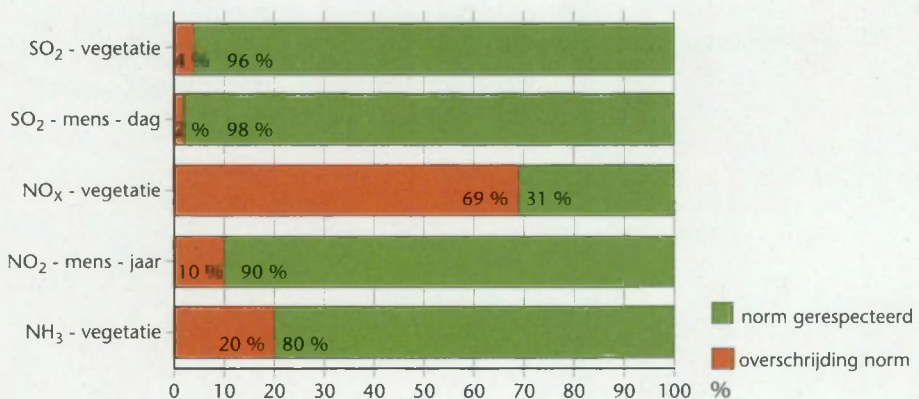
Te hoge concentraties verzurende stoffen in omgevingslucht zijn *schadelijk voor zowel mens als ecosystemen*. De toetsing van de concentraties in Vlaanderen gebeurt ten aanzien van de grenswaarden voor SO_2 en NO_x/NO_2 uit de 1^{ste} Europese dochterrichtlijn 1999/30/EG, horende bij de Kaderrichtlijn Lucht. Die grenswaarden of kritische concentratieniveaus zijn weergegeven in tabel 1 samen met de NH_3 -grenswaarde voor vegetatie afkomstig van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De grenswaarden voor vegetatie gaan uit van de draagkracht van ecosystemen, waarbij het streefdoel op lange termijn is dat geen enkel ecosysteem nog blootgesteld wordt aan een verzurende concentratie hoger dan die kritische niveaus.

Tabel 1: Grenswaarden voor verzurende polluenten – te bereiken tegen 2010

	SO ₂	NO _x (uitgedrukt als NO ₂)	NO ₂	NH ₃
uurgrenswaarde gezondheid	350 µg/m ³ ≤ 24 overschrijdingen/j	-	200 µg/m ³ ≤ 18 overschrijdingen/j	-
daggrenswaarde gezondheid	125 µg/m ³ ≤ 3 overschrijdingen/j	-	-	-
jaargrenswaarde gezondheid	-	-	40 µg/m ³	-
jaargrenswaarde vegetatie	20 µg/m ³	30 µg/m ³	-	8 µg/m ³

Uit figuur 4 blijkt dat de SO₂-grenswaarden nagenoeg overal gerespecteerd worden. Slechts 2 van de 57 meetplaatsen hadden een jaargemiddelde boven de toegelaten grenswaarde voor vegetatie. Meerdere overschrijdingen — zeker wat het criterium voor vegetatie betreft — zijn vast te stellen voor NO_x en NO₂ (39 meetpunten). Bovendien variëren de waarden tussen 22 µg/m³ (landelijk gelegen Houtem) en 113 µg/m³ (Antwerpen), met een gemiddelde van 46 µg/m³. Voor NH₃ zijn er volgens de eerste gegevens uit het depositiemeetnet verzuuring (10 meetpunten) overschrijdingen in West-Vlaanderen: Wingene (10,3 µg/m³) en Zwevegem (8,5 µg/m³). In de nabijheid van emissiebronnen of op plaatsen die gekenmerkt worden door een hoge ruwheid (bv. bossen) kan de situatie lokaal slechter zijn dan de hier meegedeelde resultaten.

Figuur 4: Aantal meetplaatsen met overschrijding van de concentratiegrenswaarden voor SO₂, NO_x/NO₂ en NH₃ (Vlaanderen, 2002)



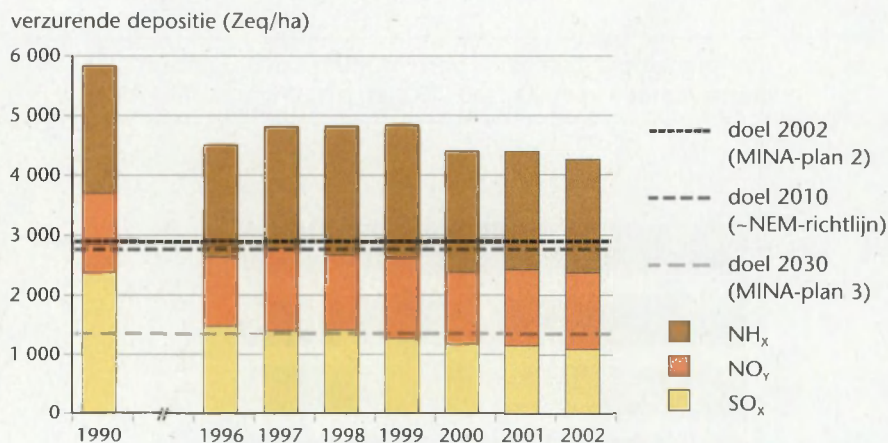
Bron: VMM.

De uurgrenswaarden voor SO_2 en NO_2 (niet opgenomen in figuur 4) werden nog nauwelijks overschreden in 2002. De zeer hoge momentane concentraties die bij een *chronische blootstelling* schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens, nemen dus in aantal af. Slechts 0,005 % van alle uurwaarden voor SO_2 lag nog boven de grenswaarde; voor NO_2 geen enkele meer.

— Verzurende depositie

Figuur 5 toont de evolutie van de gemiddelde verzurende deposities tussen 1990 en 2002. Deze deposities werden berekend met behulp van een atmosferisch verspreidingsmodel¹ en variaties over de jaren kunnen het gevolg zijn van zowel gewijzigde emissies als van veranderende weersomstandigheden. De totale verzurende depositie in Vlaanderen daalde met 27 % van gemiddeld 5 832 Zeq/ha.j in 1990 tot 4 256 Zeq/ha.j in 2002. Dit betekent dat de deposities in bijna heel Vlaanderen uitkomen boven de doelstelling voor 2002 uit het MINA-plan 2: 2 900 Zeq/ha.j. Bovendien variëren de deposities sterk binnen Vlaanderen: van 2 193 Zeq/ha.j tot 10 900 Zeq/ha.j. De hoogste waarden komen voor in de omgeving van (grote) steden, belangrijke verkeerswegen en in landbouwgebieden met intensieve veeteelt (West-Vlaanderen, Noorderkempen en in mindere mate Oost-Vlaanderen). Ondanks de sterke daling van de ammoniak-emissie sinds 2000, is ammonium sinds 1996 toch de dominante component in de verzurende depositie. Het aandeel ervan in de totale depositie nam toe van 36,6 % in 1990 tot 44,2 % in 2002.

Figuur 5: Evolutie van de verzurende deposities (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: VMM.

¹ Operationeel Prioritaire Stoffen model (OPS) – zie het achtergronddocument voor info over dit model en de betrouwbaarheid van de berekeningen.

De doelstelling op middellangetermijn (MLTD) is een doorrekening van de NEM-plafonds op emissieniveau: een gemiddelde depositie van 2 766 Zeq/ha.j in 2010. Voortgaand op de evolutie tussen 1990 en 2002 lijkt die MLTD niet haalbaar te zijn zonder uitvoering van de in MINA-plan 3 opgenomen emissiebeperkende maatregelen. MINA-plan 3 bevat ook een langetermijndoelstelling (LTD) van 1 400 Zeq/ha.j te bereiken in 2030. Dit betekent een daling van de deposities met 73,7 % t.o.v. 1990, en stemt overeen met een niveau waarbij voor de meeste bos-ecosystemen een duurzame toestand wordt bereikt. Deze LTD wordt momenteel nog nergens in Vlaanderen gehaald. Na het behalen van die LTD kan met een gebiedsgericht verscherpt reductiebeleid de zuurdepositie in verzuringsgevoelige gebieden, zoals heide op zandgronden en kalkarme vennen, nog verder worden teruggedrongen tot het niveau van de wetenschappelijk vooropgestelde kritische lasten (300 à 700 Zeq/ha.j).

Op 19/9/2003 besliste de Vlaamse regering dat nieuwbouwstallen voortaan emissiearm dienen geconstrueerd te worden. Met deze maatregel wordt beoogd de ammoniakemissie verder terug te dringen tot het vooropgestelde emissieplafond. Afstandregels voor inplanting van stallen gelden nog enkel voor nieuwbouw en uitbreiding. Het idee om een gebiedsgerichte invulling (afstandsregels t.o.v. natuur ed.) te geven aan het ammoniakbeleid is niet weerhouden.

Ongeveer de helft van de totale verzurende depositie van 2002 (49,5 %) is afkomstig van emissiebronnen buiten Vlaanderen (*import*). De resterende bijdrage komt vooral van de Vlaamse landbouw (26,5 %), het verkeer & vervoer (10,2 %), de industrie (6,0 %) en de energiesector (3,0 %). Bevolking en handel & diensten staan samen in voor de resterende 4,9 %. In verhouding tot zijn aandeel in de emissies, ligt het aandeel van de Vlaamse landbouw in de uit Vlaanderen afkomstige deposities heel wat hoger. Dit wordt verklaard doordat de landbouw hoofdzakelijk NH₃ uitstoot. Dat gas wordt slechts over beperkte afstanden getransporteerd en slaat zeer snel en kort bij de (lage) bronnen neer. De andere sectoren stoten bijna uitsluitend SO₂ en NO_x uit, die over afstanden tot 1 000 km meegevoerd kunnen worden en vaak pas buiten de grenzen van het Vlaamse Gewest neerslaan.

Volgens de modelresultaten van EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air pollutants in Europe) exporteerde België 82 % van de eigen SO₂-emissie, 90 % van de eigen NO_x-emissie en 69 % van de eigen NH₃-emissie in 1998 (EMEP, 2001).

De daling van de deposities in Vlaanderen is minder groot dan deze van de eigen emissies. Dit houdt verband met enerzijds de jaarlijkse verschillen in de meteorologische omstandigheden (meer depositie in de uitzonderlijk natte jaren 1998 t.e.m. 2002) en anderzijds met de invloed van grensoverschrijdende vervuiling (*import* en *export*). Buitenlandse emissies nemen immers niet noodzakelijk in dezelfde mate af als de Vlaamse emissies. Een bijkomende verklaring is dat in Vlaanderen de emissies via hoge schoorstenen (sectoren industrie en energie) veel sterker gedaald zijn dan de emissies door de lage bronnen (bv. verkeer &

vervoer en landbouw). Emissies door lage bronnen worden minder ver getransporteerd en leiden daardoor gemakkelijker tot deposities in eigen land.

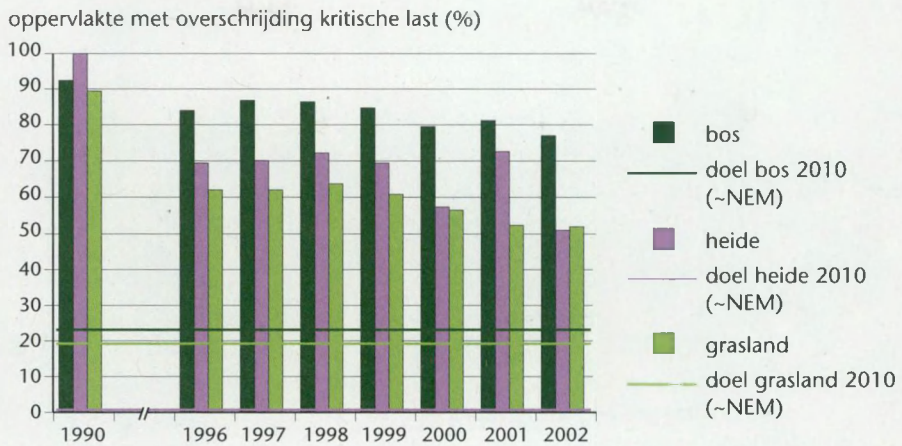
3 Gevolgen voor mens, natuur en economie

— Oppervlakte natuur met overschrijding kritische last verzuring

De draagkracht van de terrestrische natuur (bos, heide en soortenrijk grasland) voor verzurende deposities wordt uitgedrukt als de *kritische last verzuring*. Dit is de maximaal toelaatbare depositie per eenheid van oppervlakte voor een bepaald ecosysteem zonder dat er – volgens de huidige kennis – schadelijke effecten optreden. Voor bossen is deze kritische last bepaald om wortelschade te voorkomen. Voor heide en grasland is de kritische last vastgelegd ter voorkoming van algemene bodemverzuring (Overloop & Neirynck, 2003).

In 2002 was nog respectievelijk 77 %, 51 % en 52 % van de oppervlakte bos, heide en soortenrijk grasland in Vlaanderen blootgesteld aan deposities hoger dan de bijhorende kritische last (figuur 6), tezamen goed voor 68 % van de Vlaamse terrestrische natuur. De stijging voor heide in 2001 komt doordat de depositie licht gestegen is in regio's waar de kritische last in de buurt van de actuele depositie ligt, met name Noord-Limburg. Algemeen ligt de overschrijding in naaldbos hoger dan in loofbos (89 versus 67 % in 2002), door de lagere kritische lasten voor naaldbos en de ligging van naaldbossen in hoge depositiegebieden (provincie Antwerpen en Noord-Limburg). De toestand in 2002 is al duidelijk beter dan in 1990, maar de MLTD ligt nog veraf. Die doelstelling is net als de MLTD op depositieniveau een doorrekening van de NEM-emissieplafonds. Indien alle EU-lidstaten die plafonds naleven, zouden de oppervlaktes ecosystemen met overschrijding van hun kritische last verzuring in Vlaanderen nog verder dalen tot 23 % (bos), 1 % (heide) en 19 % (soortenrijk grasland). Op lange termijn mag geen enkel ecosysteem nog blootgesteld worden aan een verzurende depositie die hoger is dan zijn eigen kritische last.

Figuur 6: Oppervlakte natuur met overschrijding kritische last verzuring (Vlaanderen, 1990-2002)



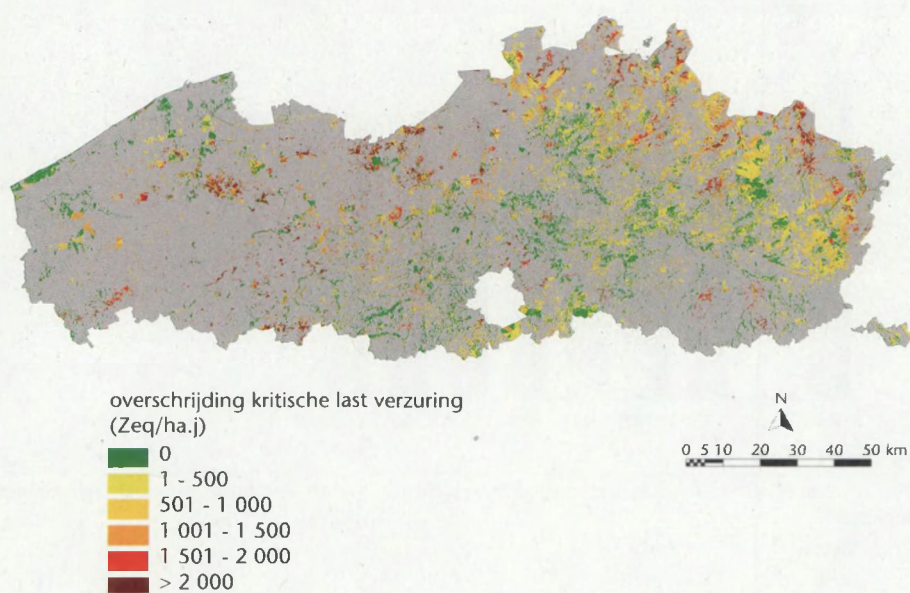
Ten opzichte van MIRA-T 2002 werd de overschrijding met verbeterde depositiegegevens berekend.

Bron: VMM.

Om de MLTD te halen, zullen hoofdzakelijk emissiereductiemaatregelen ingezet moeten worden. Daarbij dient de meeste aandacht te gaan naar een algemene emissiereductie. Een gebiedsgericht beleid is immers pas kosteneffectief als het algemene depositieniveau voldoende laag is, wat nog niet het geval is in Vlaanderen (MiNa-Raad, 2003).

Figuur 7 toont aan dat de mate waarin de kritische last voor ecosystemen wordt overschreden, sterk verschilt binnen Vlaanderen. Deze kaart is gedeeltelijk een weerspiegeling van de deposities over Vlaanderen: gebieden met hoge overschrijding zijn veelal gelegen op plaatsen met hoge deposities. Dit geldt echter niet in die natuurgebieden waar (nog) voldoende zuurbufferende capaciteiten in de bodem aanwezig zijn of voor minder gevoelige ecosystemen. Bovendien speelt naast de grootte van de kritische last ook de bebladering en de hoogte van de vegetatie een rol. Naaldbos vangt meer depositie dan loofbos door zijn permanente fijne bladeren (naalden).

Figuur 7: Overschrijding van de kritische lasten verzuring in bossen, heides en soortenrijke graslanden (Vlaanderen, 2002)



Bron: VMM.

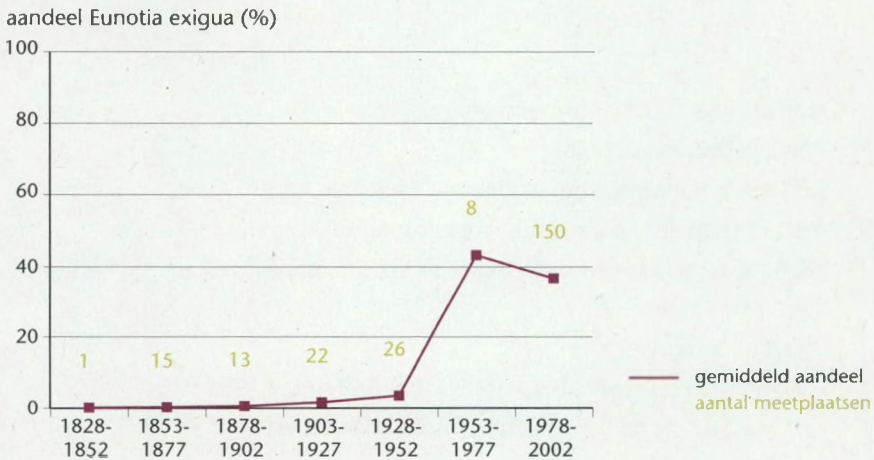
Om na te gaan welke depositiereducties na 2010 nodig zijn om het herstel van ecosystemen mogelijk te maken, zijn modelleringsinstrumenten ontworpen, gebaseerd op de kritische lasten benadering (Posch *et al.*, 2003). Ter voorbereiding van de tussentijdse evaluatie van het Göteborg-protocol – dit lag aan de basis van de NEM-richtlijn op EU-niveau – in 2004 zullen hiermee berekeningen gemaakt worden op Europese en nationale schaal.

— Aandeel van de verzuringsindicator *Eunotia exigua*

De Kempische heidevennen zijn sterk onderhevig aan de gevolgen van verzurende deposities. In deze van nature reeds zure wateren is het antropogene verzuringsproces niet louter een zaak van een stijging van de gemiddelde zuurtegraad (blijft doorgaans beperkt tot 1 pH-eenheid), maar zorgt dit ook voor hydrochemische veranderingen met uitgesproken gevolgen voor de karakteristieke levensgemeenschap. Om een indicatie te kunnen geven van de ecologische impact van verzuring op de Kempense vennen, is beroep gedaan op de 'verzuringsindicator' *Eunotia exigua*, één van de weinige kiezelwieren die in sterk mineraalzure omstandigheden goed gedijt. Figuur 8 toont het gemiddeld aandeel van deze soort in sedimentmonsters uit Kempische wateren, ingedeeld per tijdsvenster van 25 jaar. Het beeld is opvallend: de soort komt nauwelijks voor in oudere monsters, maar is talrijk aanwezig na 1952.

De voornaamste omslag naar meer mineraalzure omstandigheden lijkt, regionaal gezien, bijgevolg pas na 1950 te zijn opgetreden. Vanaf het begin van de 20^e eeuw komt blijkbaar al een lichte aanzet op gang. Terwijl tot 1952 *Eunotia exigua* in geen enkel sedimentmonster een aandeel van 50 % bereikt, bestaat respectievelijk 50 en 38 % van de monsters uit de twee laatste perioden wel voor meer dan de helft uit deze soort (niet afleesbaar uit de figuur). Dit betekent dat bijna de helft van de wateren die sinds 1978 bemonsterd werden, in sterkere mate van verzuring te lijden heeft. Uiteraard wordt het resultaat sterk bepaald door de beschikbaarheid van gegevens. Bijzonder uit de periode 1953-1977 is maar weinig materiaal onderzocht. Hierdoor mag het geringe verschil tussen de twee meest recente perioden niet als een aanduiding van herstel worden opgevat.

Figuur 8: Aandeel van *Eunotia exigua* (de Kempen, 1828-2002)



Bron: IN.



Meer informatie in het achtergronddocument Verzuring op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

EMEP (2001) www.emep.int

MiNa-Raad (2003) Advies van 3 juli 2003 over de herziening van VLAREM m.b.t. veehouderijen en mestverwerking, 2003/33, Brussel, www.minaraad.be

Overloop S., Neiryneck J. (2003) Kritische lasten: grenzen aan verzuring en vermes-ting, Argus Milieumagazine 1 (2) 4-7.

Posch M., Hettelingh J-P., Slootweg J. (eds) (2003) Manual for Dynamic Modelling of Soil Response to Atmospheric Deposition, Working Group on Effects of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, ICP M&M Coordination Center for Effects, RIVM Report 259101012/2003, Bilthoven, Nederland, <http://arch.rivm.nl/cce>

Lectoren

Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv

Hendrik Cnockaert, CLO

Raf De Fré, Jan Kretzschmar, Clemens Mensink, Vito

An De Schrijver, Laboratorium voor Bosbouw, UGent

Koen Desimpelaere, Annick Goossens, Jan Kielemoes, VLM

Myriam Dumortier, IN

Dirk Gullentops, Figas

Steven Lauwereins, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Bart Martens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Leen Meheus, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Marijke Meul, Steunpunt Duurzame Landbouw

Johan Neiryneck, IBW

Edward Roekens, Marie-Rose Van den Hende, VMM

Koen Van De Weyer, Studiedienst Boerenbond

Luc Van Nuffel, BFE

Liesbet Van Rooy, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Wim Verrelst, Milieudienst, BASF Antwerpen nv

Chris Vinckier, Afdeling Fysische en Analytische Chemie, K.U.Leuven

Hugo Westyn, Electrabel

Fotochemische 2.14 luchtverontreiniging

Gerwin Dumont, Frans Fierens, IRCEL, VMM

Caroline De Geest, MIRA, VMM

Fotochemische luchtverontreiniging is de verontreiniging van de omgevingslucht met chemische stoffen zoals ozon (O_3) en andere die een oxiderende werking hebben en daarom schadelijk zijn voor mensen, planten en materialen. Deze stoffen ontstaan in aanwezigheid van stikstofoxiden (NO_x) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) - precursoren genoemd - onder invloed van zonlicht op warme dagen.



Bescherming van de volksgezondheid:
hoogste 8-uursgemiddelde concentratie van een dag

→ Overschrijding
($NET6o_{ppb-max8u}$)



→ Jaaroverlast
($AOT6o_{ppb-max8u}$)



→ Jaargemiddelde
($GMD-max8u$)



Bescherming vegetatie:
 $AOT4o_{ppb}$

→ Seizoensoverlast
($AOT4o_{ppb-vegetatie}$)



Bescherming van de volksgezondheid

→ Gezondheidsimpact
[inw x dagen x %FEV₁-daling]



Bescherming vegetatie

→ Potentieel opbrengstverlies van graangewassen

1 Milieudruk

Omdat de emissies van de precursoren NO_x en NMVOS primair verantwoordelijk zijn voor de productie van ozon kunnen hun drukindicatoren ook gelden voor fotochemische luchtverontreiniging. Het verloop en de doelstellingen van deze drukindicatoren worden besproken in 2.13 Verzuring, in 2.1 Verspreiding van VOS en ook in 1.5 Verkeer & vervoer.

Het is evenwel gevaarlijk om de milieudruk voor ozonvorming in Vlaanderen enkel en alleen te gaan afwegen met behulp van de drukindicatoren (emissies)

voor Vlaanderen alleen. Ozon – een secundaire luchtverontreiniging – ontstaat immers ook uit precursoren die van buiten Vlaanderen worden aangevoerd en kan, gezien zijn relatief lange levensduur, bovendien ook zelf grensoverschrijdend worden getransporteerd in de hogere lagen van de troposfeer. Wanneer alle Belgische emissies van ozonprecursoren op nul worden gezet, daalt de ozonoverlast in België ($AOT6O_{ppb-max8u}$, zie verder) slechts met $1/3$ (BELEUROS, berekeningen door IRCEL, 2003).

Kenmerkend voor ozon in de omgevingslucht is bovendien dat de concentraties *niet recht evenredig* zijn met de uitstoot van de precursoren. Zo kan in bepaalde streken (waaronder Vlaanderen) een vermindering van de uitstoot van NO_x in eerste instantie leiden tot een verhoging van de ozonniveaus. Dit wordt geïllustreerd door het ozon 'weekend' effect, waarbij wordt vastgesteld dat in de steden tijdens het weekend – met minder uitstoot van NO_x door het verkeer – gemiddeld hogere ozonconcentraties optreden (2.14 Fotochemische luchtverontreiniging in MIRA-T 2001).

2 Milieukwaliteit

In de Europese Richtlijn 2002/3/EG betreffende ozon in de lucht (die van kracht werd op 09-09-2003) worden 2 parameters gebruikt om de langetermijndoelstellingen en streefwaarden voor ozon te kwantificeren.

Voor de *bescherming van de volksgezondheid* wordt de parameter 'hoogste 8-uursgemiddelde van een dag' gebruikt. Met behulp van deze parameter worden drie varianten van een toestandsindicator gedefinieerd:

- een *overschrijdingsindicator*: het aantal dagen per kalenderjaar waarop het hoogste 8-uursgemiddelde van die dag groter is dan $120 \mu g/m^3$ (= 60 ppb) ($NET6O_{ppb-max8u}$);
- een *jaaroverlastindicator*: het overschot boven $120 \mu g/m^3$ van het hoogste 8-uursgemiddelde per dag, opgeteld over alle dagen van een kalenderjaar ($AOT6O_{ppb-max8u}$);
- het rekenkundig *gemiddelde* over een jaar van het hoogste 8-uursgemiddelde per dag ($GMD-max8u$).

Voor de *bescherming van bossen en gewassen* wordt de parameter ' $AOT4O_{ppb}$ ' gebruikt (Accumulated exposure Over the Threshold of $4O_{ppb} = 80 \mu g/m^3$). Voor bossen wordt deze parameter bepaald over de maanden april tot en met september. Voor gewassen en semi-natuurlijke vegetatie wordt met deze parameter een meer geëigende toestandsindicator gedefinieerd:

- de *seizoensoverlast*: het overschot boven $80 \mu g/m^3$ van alle uurwaarden tussen 8 en 20 uur (Midden-Europese tijd) opgeteld tijdens de maanden mei, juni en juli ($AOT4O_{ppb-vegetatie}$).

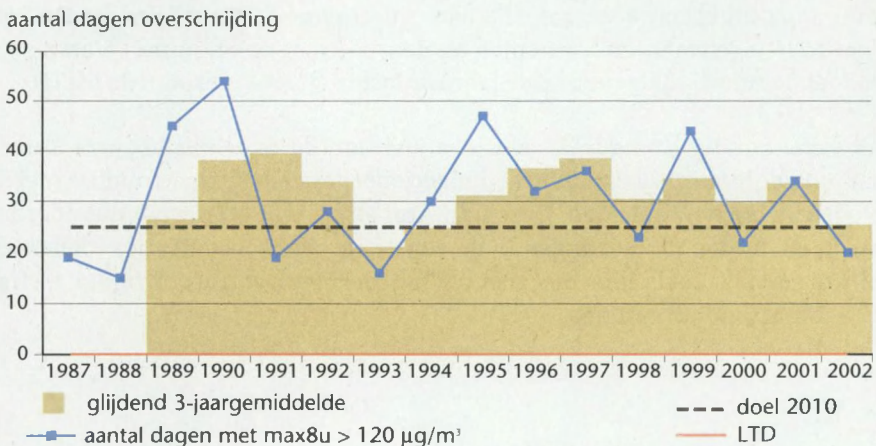
Toestandsindicatoren voor de volksgezondheid

— Overschrijdingsindicator ($\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$)

In de Ozonrichtlijn 2002/3/EG is de langetermijndoelstelling (LTD) voor de overschrijdingsindicator gelijk aan nul: de 8-uursgemiddelde ozonconcentratie in de omgevingslucht mag op geen enkele dag nog boven $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uitstijgen. Er is in de richtlijn geen einddatum vastgelegd voor het bereiken van de LTD. Als middellangetermijndoelstelling (MLTD) wordt vanaf het jaar 2010, gemiddeld over 3 jaar, nog slechts 25 dagen per kalenderjaar toegestaan waarop de LTD mag worden overschreden. De uitmiddeling over 3 jaar is bedoeld om al te grote schommelingen die afkomstig zijn van wisselende meteorologische omstandigheden wat af te vlakken en zodoende beter een eventuele invloed van het reductiebeleid te onderkennen. Het maximaal aantal dagen van 25 geldt in principe per zone die door elke lidstaat wordt afgebakend. Hier wordt Vlaanderen als één zone beschouwd.

Het - over 3 jaar gespreid - aantal overschrijdingsdagen is de laatste 10 jaar gemiddeld 30 dagen per kalenderjaar. Sinds 1993 is dit aantal dagen gestegen tot in 1997 waarna het is blijven dalen tot zelfs op de MLTD-waarde van 25 in 2002 (figuur 1). Om die MLTD van 25 dagen echter te blijven behouden tot in 2010 - ook in de jaren met betere zomers dan in 2002- zullen verder duurzame reductiemaatregelen moeten geïmplementeerd worden, zoals voorzien voor het behalen van de emissienormen in de Richtlijn Nationale Emissiemaxima (NEM) 2001/81/EG.

Figuur 1: Evolutie van de overschrijdingsindicator: het aantal dagen waarop het hoogste 8-uursgemiddelde groter is dan $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{NET60}_{\text{ppb-max8u}}$) (Vlaanderen, 1987-2002)



Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht.

De overschrijdingsindicator kan binnen EU-verband niet geëvalueerd worden omdat in 2002 nog volgens Richtlijn 92/27/EEG gerapporteerd werd aan de Commissie. In die richtlijn gelden andere indicatorparameters en drempelwaarden. Vanaf het jaar 2004 zullen de lidstaten echter volgens de nieuwe richtlijn rapporteren over de nieuwe indicatoren, waardoor ze dan ook voor Europese vergelijking vatbaar zullen zijn. Het algemeen beeld is echter wel dat Vlaanderen samen met de aangrenzende regio's in de buurlanden, een dichtbevolkte en economisch drukke 'hot-spot' zone vormt waar de ozonproblematiek en de benodigde maatregelen vergelijkbaar zijn.

— Jaaroverlast (AOT6o_{ppb}-max8u) en jaargemiddelde (GMD-max8u)

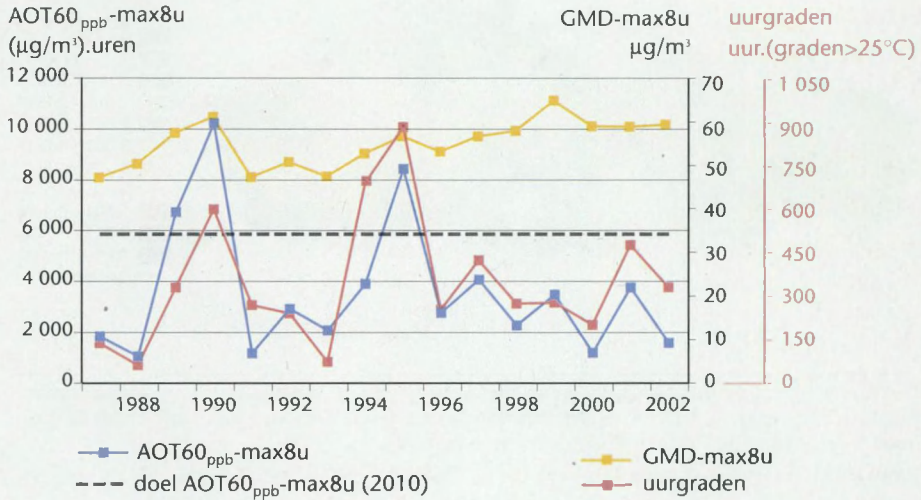
De overschrijdingsindicator houdt geen rekening met de grootte of de duur van de overschrijding. De *jaaroverlastindicator* daarentegen sommeert over een jaar de dagelijkse verschillen van het hoogste 8-uursgemiddelde per dag met de drempelwaarde van 120 µg/m³ (AOT6o_{ppb}-max8u). Naast de jaaroverlast wordt ook een *jaargemiddelde* van de dagelijkse hoogste 8-uursgemiddelden als indicator gebruikt (GMD-max8u), omdat niet uitgesloten wordt dat bepaalde groepen van de bevolking reeds nadelige effecten kunnen ondervinden bij lagere concentraties dan die drempelwaarde. Om bij de evaluatie van de twee indicatoren te kunnen rekening houden met de meteorologische omstandigheden wordt ook het aantal uurgraden met temperaturen hoger dan 25°C gegeven, als maat voor de kwaliteit van de zomer (figuur 2).

In de EU-modelberekeningen die aan de grondslag lagen voor zowel de NEM-richtlijn als voor de ozonrichtlijn, wordt als MLTD voor 2010 een maximale jaaroverlast van 5 800 (µg/m³).uren vooropgesteld. De LTD bedraagt 0 (µg/m³).uren.

Uit figuur 2 blijkt dat de evolutie van de jaaroverlast en het jaargemiddelde verschillend is. Het verloop van de *jaaroverlast* (som van pieken) schommelt en volgt logischerwijze de jaarlijkse variatie in zonnestraling en temperatuur. Sinds 1994 blijkt dat voor vergelijkbare uurgraden de ozonpiekwaarden niet meer zo'n hoge waarden aannemen als daarvoor (zie ook figuur 6). Vanaf 1996 voldoet de ruimtelijk gemiddelde jaaroverlast in Vlaanderen aan de MLTD.

Het rekenkundig *gemiddelde* over een jaar van de dagelijks hoogste 8-uursgemiddelden wordt veel minder beïnvloed door de verschillen in zomerse meteorologische omstandigheden. Deze indicator stijgt, wat erop wijst dat door het jaar heen, buiten de piekdagen in de zomer, de ozonconcentraties toenemen. Zelfs in een jaar zoals 2002 met zeer weinig piekoverlast (zie ook figuur 3) stijgt dit 'achtergrond'niveau nog.

Figuur 2: Vergelijking van het verloop van de jaaroverlastindicator ($AOT60_{ppb-max8u}$) en de jaargemiddelde indicator ($GMD-max8u$) van het hoogste 8-uursgemiddelde per dag (Vlaanderen, 1987-2002)

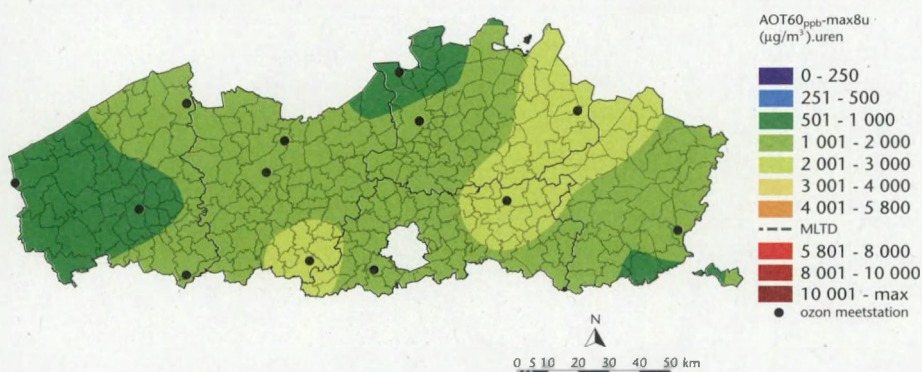


De buitenste rechterschaal toont voor elk jaar - als karakteristiek voor de kwaliteit van de zomer - het aantal uurgraden met temperaturen hoger dan 25°C (te Ukkel volgens KMI).

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht.

Figuur 3 toont de spreiding over Vlaanderen van de jaaroverlast voor de gezondheid in 2002. Uit de figuur blijkt dat in 2002 de overlast voor de gezondheid gering is en nergens boven de MLTD van 5 800 (µg/m³).uren uitkomt. In 2001 werd die MLTD nog op 16 % van de oppervlakte van Vlaanderen overschreden. De LTD voor de jaaroverlast ($AOT60_{ppb-max8u} = 0$) wordt echter in 2002 wel nog overal in Vlaanderen overschreden. Ook in een jaar met relatief weinig ozonoverlast worden de hoogste waarden opnieuw genoteerd in de Kempen en in het noordoostelijk deel van Vlaams-Brabant. Ook de streek rond Geraardsbergen tekent zich dit jaar af.

Figuur 3: Ruimtelijke spreiding van de jaaroverlast boven de EU-drempelwaarde van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur ($\text{AOT60}_{\text{ppb-max8u}}$) voor de bescherming van de volksgezondheid (Vlaanderen, 2002)



De ruimtelijke spreiding werd berekend met behulp van de meetwaarden in alle ozonmeetplaatsen van de telemetrische meetnetten van de drie gewesten. Op de kaart zijn enkel de ozonmeetplaatsen van de VMM in Vlaanderen weergegeven.

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht; VMM.

268

De langetermijnmaatregelen die Vlaanderen, samen met alle andere huidige EU-lidstaten en kandidaat-lidstaten, in het kader van de NEM-richtlijn moet implementeren, zijn de enige weg om het ozonprobleem duurzaam op te lossen.

In sommige landen (waaronder België) waar de ozonvorming vooral gedomineerd wordt door de hoeveelheid aanwezige VOS in de lucht zijn kortetermijnmaatregelen tijdens ozonepisoden niet zinvol. Die beperkte lokale maatregelen, bv. in het verkeer, kunnen zelfs leiden tot een stijging van de ozonpiekconcentraties (zie het ozon 'weekend' effect in grote steden van Noord-West-Europa). Kortetermijnmaatregelen tijdens ozonepisoden zijn bij ons vooral belangrijk om de bevolking voor de problematiek - en voor de noodzaak aan langetermijnmaatregelen - te sensibiliseren. In sommige Zuid-Europese regio's of steden echter (bv. Athene), waar de ozonvorming vooral gedomineerd wordt door de aanwezigheid van NO_x en waar herhaaldelijke recirculatie door land- en zeebries van dezelfde verontreinigde luchtmassa's plaats vindt, kunnen lokale kortetermijnmaatregelen wel ozonreducerend werken.

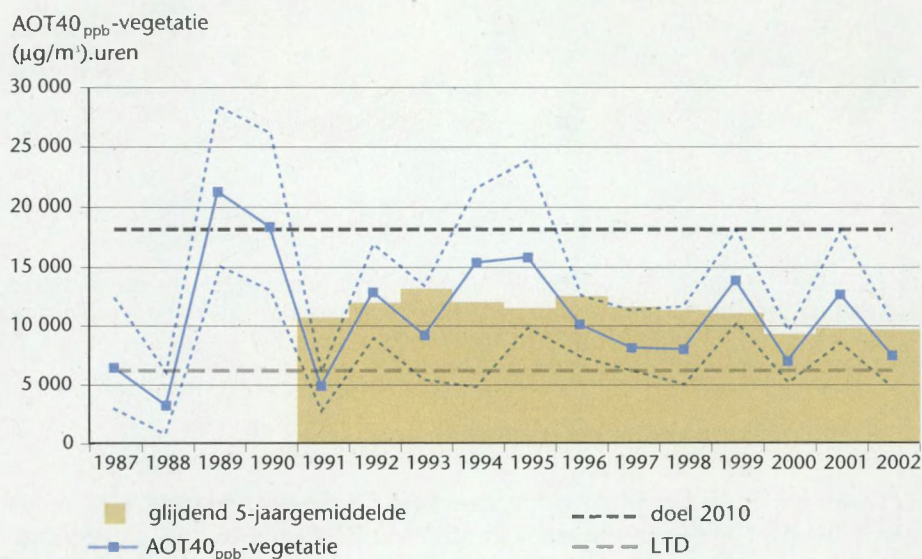
Toestandsindicator voor gewassen en semi-natuurlijke vegetatie

— Seizoensoverlast ($\text{AOT40}_{\text{ppb-vegetatie}}$)

Het glijdend 5-jaargemiddelde van de seizoensoverlast voor gewassen en semi-natuurlijke vegetatie ligt in Vlaanderen onder de MLTD-waarde van 18 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren en daalt sinds 1994 (figuur 4). Om de LTD van 6 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren te bereiken zullen de emissies van de verschillende landen

in Europa nog verder moeten dalen. Een herziening van de NEM-richtlijn is gepland in 2004 en kan bijgewerkte emissiemaxima bevatten voor 2020.

Figuur 4: Evolutie van de gemiddelde waarde van de seizoensoverlast voor akkergewassen en semi-natuurlijke vegetatie ($\text{AOT40}_{\text{ppb-vegetatie}}$), met aanduiding van het glijdend 5-jaargemiddelde (Vlaanderen, 1987-2002)

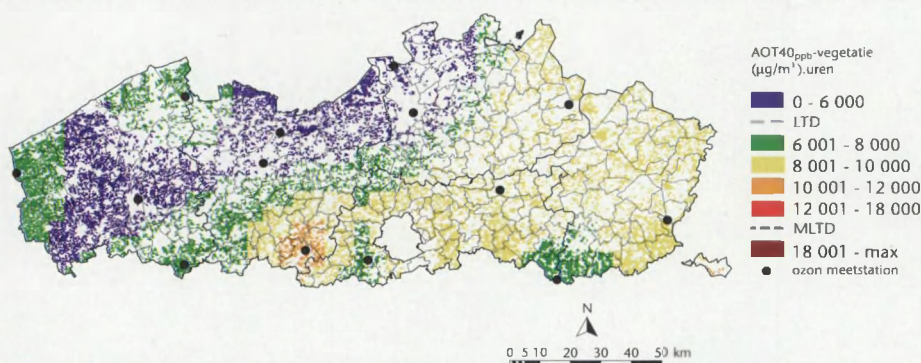


De punten op de volle lijn tonen voor elk jaar de gemiddelde waarde voor akkergewassen en semi-natuurlijke vegetatie in Vlaanderen. De stippellijnen geven de laagste en de hoogste jaarwaarde aan.

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht.

Uit figuur 4 blijkt dat in 2002 de gemiddelde waarde voor de seizoensoverlast in Vlaanderen, 7 400 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren, onder de MLTD blijft. Figuur 5 toont de ruimtelijke spreiding over Vlaanderen van die seizoensoverlast. De hoogste waarden situeren zich in het zuidoosten van Oost-Vlaanderen (Geraardsbergen). In 2002 wordt op 71 % van de betrokken gronden de LTD van 6 000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren nog overschreden.

Figuur 5: Ruimtelijke spreiding van de seizoensoverlast voor akkergewassen en semi-natuurlijke vegetatie (AOT₄₀_{ppb}-vegetatie) (Vlaanderen, 2002)



De ruimtelijke spreiding werd berekend met behulp van de meetwaarden in alle ozonmeetplaatsen van de telemetrische meetnetten van de drie gewesten. Op de kaart zijn enkel de ozonmeetplaatsen van de VMM in Vlaanderen weergegeven.

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht; VMM.

3 Gevolgen voor mens en natuur

Er worden nieuwe benaderingen ontwikkeld om de gevolgen van ozon op de gezondheid en op de gewassen te kwantificeren. Voor een analyse van gezondheidseffecten worden daarbij parameters zoals vroegtijdige sterfte of oversterfte en ook de methodiek van 'verloren gezonde levensjaren (DALY's)' gehanteerd (3.1 Mens, waar de gevolgen van PM₁₀ op de gezondheid met dezelfde methode worden gekwantificeerd). Voor een evaluatie van de schade aan gewassen wordt gekeken naar de reële of gemodelleerde ozonflux voor verschillende types van gewassen tijdens de opeenvolgende groeistadia en onder plaatselijke klimaatscondities. Voorlopig worden echter, om redenen van continuïteit, de vroeger in MIRA gedefinieerde effectindicatoren gebruikt.

Impactindicator voor de volksgezondheid

— Gezondheidsimpact

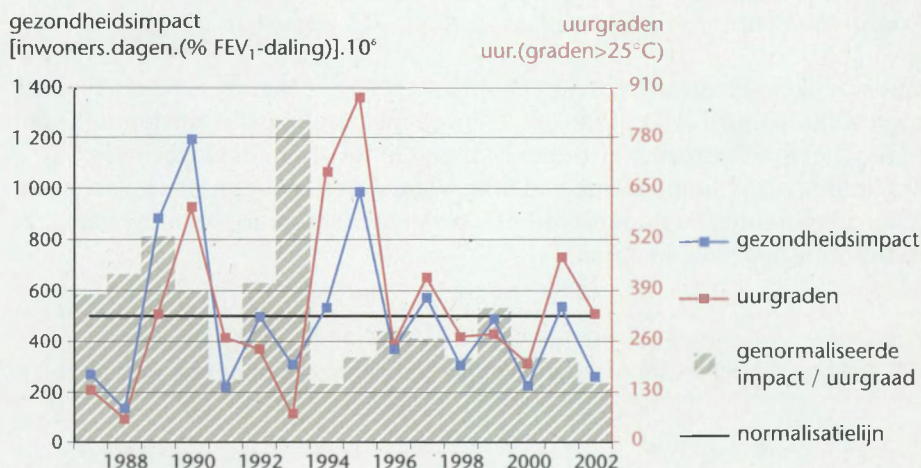
Blootstelling aan ozon kan een longfunctievermindering veroorzaken. Die kan gekwantificeerd worden door het meten van de procentuele vermindering van het volume uitgeademde lucht gedurende 1 seconde bij een geforceerde uitademing. Deze FEV₁-vermindering is gecorreleerd met de 8-uursgemiddelde ozonconcentratie en bedraagt meer dan 3 % wanneer deze 8-uursconcentratie de waarde van 120 µg/m³ overschrijdt.

Om zowel de omvang van de blootgestelde bevolking als de frequentie en de ernst van de blootstelling in rekening te brengen, wordt de gezondheidsimpactindicator gedefinieerd als het product van het aantal blootgestelde mensen met

het aantal dagen waarop FEV_1 -vermindering optreedt en met de procentuele FEV_1 -vermindering: inwoners x dagen x % FEV_1 -daling.

De gezondheidsimpact heeft een analoog verloop als de jaaroverlast voor de gezondheid (figuur 2): voor vergelijkbare meteorologische omstandigheden is er sinds 1994 een kleinere impact op de gezondheid. Dit wordt geïllustreerd door de (genormaliseerde) impact per uurgraad in figuur 6. De gezondheidsimpact per uurgraad bedraagt tussen 1987 en 1993 gemiddeld 2,3 (miljoen inwoners x dagen x % FEV_1 -daling / uurgraad). Van 1994 tot 2002 is dit teruggevallen op gemiddeld 1,2 (miljoen inwoners x dagen x % FEV_1 -daling / uurgraad).

Figuur 6: Verloop van de gezondheidsimpactindicator: [aantal inwoners x aantal dagen x procentuele FEV_1 -daling] (Vlaanderen, 1987-2002)



De blauwe lijn toont volgens de linkerschaal de *gezondheidsimpact* voor elk jaar;

De rode lijn toont volgens de rechtterschaal voor elk jaar - als maat voor de kwaliteit van de zomer - het *aantal uurgraden* met temperaturen hoger dan 25 °C (te Ukkel volgens KMI);

De gearceerde balkjes geven per jaar de *gezondheidsimpact per uurgraad* weer. De waarden zijn genormaliseerd ten opzichte van het gemiddelde van de volledige voorgestelde meetreeks. (FEV_1 : Forced Expiratory Volume in 1 second)

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht.

Deze indicator wordt berekend ten opzichte van een afsnijwaarde: alleen ozon-overlast boven 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur veroorzaakt een daling van FEV_1 . Gezondheidsindicatoren die niet gerelateerd zijn aan een afsnijwaarde, zoals bv. de jaargemiddelde indicator (GMD-max8u in figuur 2), laten zelfs een geleidelijke toename van het effect zien. Omdat de conclusies over de trend van de impact van ozon op de gezondheid uiteenlopend kunnen zijn, wordt de evolutie ervan als neutraal beschouwd.

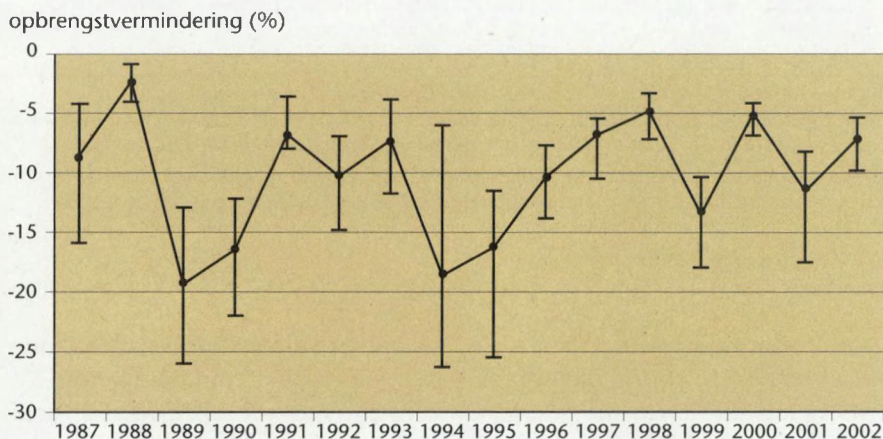
Impactindicator voor gewassen

— Potentieel opbrengstverlies van graangewassen

Als effectindicator voor gewassen wordt het potentieel opbrengstverlies van zomertarwe in Vlaanderen weergegeven. Dit is een functie van de cumulatieve blootstelling boven $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($= 40 \text{ ppb}$) tijdens de daglichturen gedurende een periode van 3 maanden (mei - juli) of kortweg de $\text{AOT}_{40_{\text{ppb}}}$ -waarde. Een $\text{AOT}_{40_{\text{ppb}}}$ van $6000 (\mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \text{uren}$ stemt overeen met een potentiële opbrengstvermindering van 5 % (Fuhner *et al.*, 1997). De $\text{AOT}_{40_{\text{ppb}}}$ -waarde wordt bovendien gecorrigeerd met een maandelijkse wegingsfactor die de schommelingen in ozongevoeligheid in rekening brengt tijdens de verschillende groeifasen van de plant. De gebruikte wegingsfactoren zijn deze die voor tarwe in West- en Noord-West-Europa worden voorgesteld door Soja (Soja *et al.*, 2000).

Sinds 1994 evolueert het potentieel opbrengstverlies (figuur 7) positief, vanaf 1999 blijkt het toch sterk afhankelijk van de meteorologische omstandigheden tijdens het groeiseizoen. Het verlies bedraagt in 2002 gemiddeld toch nog 7 % en er zijn nog altijd landbouwgebieden in Vlaanderen met een risico voor meer dan 10 % potentieel opbrengstverlies. De algemene trendbeoordeling van deze indicator is bijgevolg neutraal.

Figuur 7: Potentiële vermindering van de graanopbrengst van zomertarwe op akkergronden door ozonblootstelling (Vlaanderen, 1987-2002)



De punten op de lijn tonen voor elk jaar de gemiddelde waarde voor de Vlaamse landbouwgebieden. De marges geven de laagste en de hoogste jaarwaarde in Vlaanderen aan.

Bron: IRCEL, intergewestelijke databank lucht.

Om een billijke schatting te maken van de *economische schade* die door ozon aan de gewassen in Europa wordt aangericht, volstaat de hier gebruikte $\text{AOT}_{40_{\text{ppb}}}$ -benadering niet. Op Europees niveau is een nieuwe indicator in de

maak. Momenteel wordt voorgesteld om het $\text{AOT}_{40_{\text{ppb}}}$ -concept te verlaten voor een biologisch meer relevante normering. Deze is gebaseerd op de effectieve ozonopname, gekwantificeerd door de flux (deels gemeten, deels gemodelleerd). Daarvoor zijn echter meer gegevens vereist met betrekking tot meteorologische omstandigheden en bodemgebruik. In samenwerking met andere instellingen in België wordt gewerkt aan een ozonflux-benadering die kan gebruikt worden voor het evalueren van de effecten van verschillende scenario's.



Meer informatie in het achtergronddocument Fotochemische luchtverontreiniging op www.milieurapport.be/AG

Referenties

BELEUROS (2001) Implementatie en uitbreiding van het EUROS model voor beleidsondersteuning in België, studie uitgevoerd in opdracht van DWTC, door Vito, UCL, FPMONS, KMI en IRCEL.

Fuhrer J., Skärby L., Ashmore M.R. (1997) Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe, *Environmental Pollution*, **97**, 91-106.

Soja G., Barnes J.D., Posch M., Vandermeiren K., Pleijel H., Mills G. (2000) Phenological weighting of ozone exposures in the calculation of critical levels for wheat, bean and plantain, *Environmental Pollution*, **109**, 517-524.

Lectoren

Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv

Caroline De Bosscher, VMM

Ludwig De Temmerman, Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie

Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie

Dirk Gullentops, Figas

Jan Kretzschmar, Filip Lefebvre, Rudi Torfs, Vito

Guy Maes, Hogeschool West-Vlaanderen

Katleen Marien, VEV

Jeroen Moernaut, Tania Van Mierlo, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Johan Neiryck, IBW

Wim Verrelst, Milieudienst, BASF Antwerpen nv

Chris Vinckier, Afdeling Fysische en Analytische Chemie, K.U.Leuven

Hugo Westyn, Electrabel

2.15 Aantasting van de ozonlaag

Caroline Polders, Hendrik Van Rompaey, Integrale Milieustudies, Vito
Hugo De Backer, Afdeling Waarnemingsstations, KMI
Jeroen Van Laer, MIRA, VMM

Door de verdunning van de stratosferische ozonlaag stijgt de UV-stralingsintensiteit op de aarde. Dit heeft schadelijke effecten tot gevolg voor de mens (huidkanker) en andere organismen (o.a. belemmering van de plantengroei). Chloor- en broomverbindingen in de stratosfeer - afkomstig van menselijke activiteiten - dragen bij tot de afbraak van de ozonlaag. Ozonafbrekende stoffen worden gebruikt als koelmiddel, blaasmiddel, brandbestrijdingsmiddel, drijfgas, ontsmettingsmiddel en solvent. De afbraak van de ozonlaag kan versterkt worden door de aanwezigheid van aerosolen door vulkaanuitbarstingen. Onder impuls van het protocol van Montreal (1987) zijn wereldwijd, ook in Vlaanderen, maatregelen getroffen om de emissie van antropogene ozonafbrekende stoffen te reduceren met het oog op de bescherming van de ozonlaag.

275

-
-  Emissie van ozonafbrekende stoffen
 -  Ingezamelde koel- en vriestoestellen met recuperatie van koel- en blaasmiddel
 -  Recuperatie en vernietiging van halonen afkomstig van brandbeveiligingssystemen en blusapparaten
 -  Dikte van de ozonlaag
 -  Chloorverbindingen in de atmosfeer
 -  UV-straling
-

1 Milieudruk

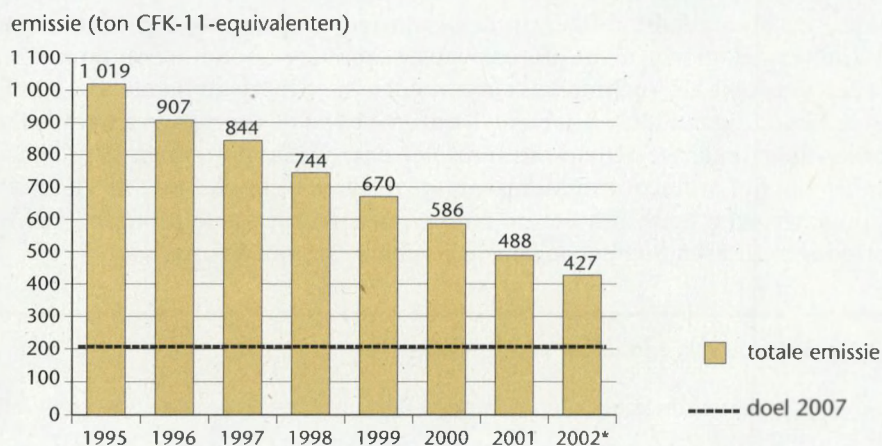
— Emissie van ozonafbrekende stoffen

Figuur 1 toont de evolutie van de emissie van ozonafbrekende stoffen (in ton CFK-11-equivalenten) in Vlaanderen. De emissie in 2002 werd op basis van extrapolaties berekend op 427 ton CFK-11-eq. In 2002 lag de emissie 592 ton CFK-11-eq lager dan in 1995, dat is een emissiereductie van 58 %.

Het MINA-plan 3 (2003-2007) heeft als doelstelling de emissie van ozonafbrekende stoffen tegen 2007 terug te dringen met ten minste 70 % t.o.v. de emissie in 1999. In 2002 stellen we een emissiereductie van 36 % vast t.o.v. 1999. De volgende 5 jaren moet er dus jaarlijks 45 ton CFK-11-eq worden gereduceerd om de doelstelling te halen. De verwachting is dat deze doelstelling zal worden bereikt.

In 1999 bedroeg de *consumptie* van ozonafbrekende stoffen in de Europese Unie zo'n 14 kton CFK-11-eq. Hiervan nam België 4 % voor zijn rekening. De consumptie in Vlaanderen is niet gekend. Indien we de consumptie 'per capita' berekenen, stellen we vast dat die in 1999 in de Europese Unie 37 g CFK-11-eq bedroeg. In België lag de consumptie een stuk hoger, namelijk 56 g CFK-11-eq per capita (EMA, 2003; Vito op basis van Econotec, 2002).

Figuur 1: Totale emissie van ozonafbrekende stoffen (Vlaanderen, 1995-2002)



* voorlopig cijfer op basis van extrapolaties van de emissie in de voorgaande jaren.

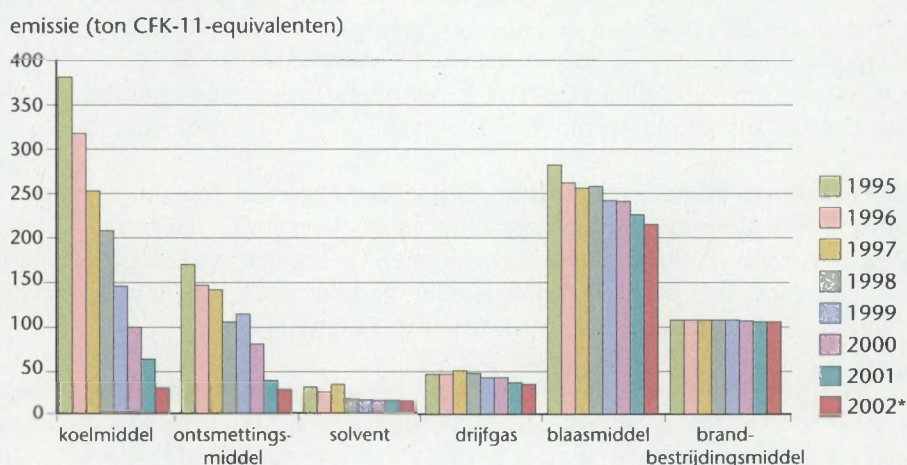
Bron: Econotec, 2002 herwerkt door Vito en VMM.

Figuur 2 toont de evolutie van de emissie van ozonafbrekende stoffen (in ton CFK-11-eq) in Vlaanderen, per toepassing.

De dalende trend is het meest uitgesproken voor de koelmiddelen (-92 % t.o.v. 1995). Als gevolg van het KB van 1991 over het gebruik en het bezit van chloorfluorkoolstofverbindingen in koelinstallaties en de EG-Verordening 2037/2000 betreffende de ozonlaag afbrekende stoffen is de koelsector op zoek gegaan naar alternatieven. Het KB stelt o.a. dat het gebruik en het bezit van chloorfluorkoolstoffen (CFK's) in koelinstallaties verboden is vanaf begin 1998. De EG-Verordening 2037/2000 legt o.a. een verbod op de productie, het op de markt brengen en het gebruik van CFK's en voorziet een geleidelijke uitfasering van chloorfluorkoolwaterstoffen (HCFK's). Als alternatief voor ozonafbrekende stoffen worden vaak fluorkoolwaterstoffen (HFK's) gebruikt. Deze HFK's bezitten een zeer sterk opwarmend effect en zijn dan ook opgenomen in de 'korf' van 6

gassen die door het protocol van Kyoto worden geïmplementeerd (2.16 Klimaatverandering). Met de uitfasering van het gebruik van ozonafbrekende stoffen is een sterke toename van het gebruik van deze HFK's als koelmiddel vast te stellen. Andere mogelijke koelmiddelen zoals ammoniak (NH_3), koolstofdioxide (CO_2), koolwaterstoffen ... dragen in mindere mate bij tot de klimaatverandering, maar kunnen niet in alle toepassingen worden gebruikt. In het kader van de aanvaardingsplicht voor afgedankte elektrische en elektronische toestellen, worden het koel- en blaasmiddel uit koel- en vriestoestellen sinds 1999 gerecupereerd (zie Ingezaamde koel- en vriestoestellen).

Figuur 2: Emissie van ozonafbrekende stoffen per toepassing (Vlaanderen, 1995-2002)



* voorlopig cijfer op basis van extrapolaties van de emissie in de voorgaande jaren.
 Ontsmettingmiddel omvat methylbromide (CH_3Br) als bodem- en ruimteontsmettingsmiddel.
 Solvent omvat tetrachloorkoolstof (CCl_4) en HCFK-141b.
 Bron: Econotec, 2002 herwerkt door Vito en VMM.

Methylbromide (CH_3Br) wordt gebruikt als bodemontsmettingsmiddel in de land- en tuinbouw en als ruimteontsmettingsmiddel o.a. voor containers en bloemmolens. De daling van de emissie van methylbromide (-84 % t.o.v. 1995) is te verklaren door een daling van het gebruik ervan bij bodemontsmetting. Het gebruik van methylbromide is verboden vanaf einde 2005 met uitzondering van het gebruik als grondstof, als technische hulpstof, bij kritische toepassingen, voor quarantainedoeleinden en voor toepassingen voor het vervoer ('pre-shipment').

Solventen worden gebruikt in verschillende toepassingen (o.a. bij de droogkuis, metaalontvetting, precisiecleaning, elektronicareiniging). Het gebruik van tetrachloorkoolstof (CCl_4) is verboden sinds begin 1995, uitgezonderd het gebruik ervan als grondstof, als technische hulpstof en bij essentiële toepassingen. Ook het gebruik van HCFK's wordt aan banden gelegd. De daling van de

emissie van solventen (-55 % t.o.v. 1995) is toe te schrijven aan een drastische reductie van de emissie van tetrachloorkoolstof bij de productie van monovinyldichloride (MVC) in 1998.

De emissie van drijfgassen afkomstig van medische dosisinhalatoren daalde met slechts 26 %. De Europese Commissie heeft immers - in afwijking met het verbod op het gebruik van CFK's volgens EG-Verordening nr. 2037/2000 - t.e.m. einde 2004 een vrijstelling verleend voor het gebruik van CFK's in deze toepassing. Alternatieven zoals medische dosisinhalatoren met een HFK als drijfgas en *dry powder inhalers* (DPI's) zijn reeds beschikbaar op de markt.

Bij de blaasmiddelen is de dalende trend eveneens beperkt (-24 % t.o.v. 1995). Blaasmiddelen worden gebruikt bij de vervaardiging van kunststofschuimen (o.a. geëxtrudeerd polystyreen, polyurethaanschuim). Het gebruik van CFK's is verboden. HCFK's mogen momenteel nog gebruikt worden in een beperkt aantal toepassingen, maar vanaf 2004 zijn HCFK's verboden voor de vervaardiging van elk schuim. Er zullen echter nog vele jaren uitgestelde emissies uit de kunststofschuimen plaatsvinden.

De emissie van brandbestrijdingsmiddelen bleef nagenoeg constant (-3 % t.o.v. 1995). De EG-Verordening nr. 2037/2000 voorziet nochtans dat brandbeveiligingssystemen en blusapparaten met halonen - behoudens de kritische toepassingen - voor 2004 buiten gebruik worden gesteld met terugwinning van de halonen (zie Recuperatie en vernietiging van halonen).

In het MINA-plan 3 wordt ook vermeld dat het aantal toepassingen met ozonafbrekende stoffen, moet worden afgebouwd tegen het einde van de planperiode. De ultieme doelstelling is de emissie van ozonafbrekende stoffen in de atmosfeer stop te zetten tegen 2030. De 5 acties van het MINA-plan 2 (1997-2002) worden verder opgevolgd en uitgevoerd. Het informatiesysteem voor de substitutie van ozonafbrekende stoffen is sinds 2000 raadpleegbaar op www.emis.vito.be/ozon/ en werd in 2003 geactualiseerd. In 2002 is gestart met de voorbereiding van een erkenningsregeling voor koeltechnici. Momenteel is een Besluit in voorbereiding dat vermoedelijk in de loop van 2004 door de Vlaamse regering zal worden goedgekeurd. De reglementering voor het gebruik van ozonafbrekende stoffen is opgesteld. Op 24 april 2003 werden concrete maatregelen voor de uitbating van koel- en luchtbehandelingsinstallaties van kracht. Deze maatregelen zijn terug te vinden in hoofdstuk 5.16, artikel 3 en hoofdstuk 6.8 van Vlarem II.

De inspecties naar het gebruik en de afvoer van ozonafbrekende stoffen, die sinds 1998 lopen, gaan voort. In 2002 heeft de afdeling Milieu-inspectie van AMINAL bij 81 bedrijven 422 koelinstallaties gecontroleerd. In 6 van de 74 gecontroleerde koelinstallaties werd een verboden koelmiddel aangetroffen. Bij de controles hebben de toezichthoudende ambtenaren ook gepeild naar de prestaties van de koelinstallaties. Het gemiddelde jaarlijkse lekverlies van 61 onderzochte koelinstallaties bedroeg 84 %. De redenen voor de hoge lekverliezen zijn niet altijd te achterhalen. Sinds 1 augustus 1995 zijn de uitbaters van koelinstal-

laties verplicht onderhoudswerkzaamheden te registreren. Milieu-inspectie stelde echter vast dat de meeste bedrijven nog geen (of een onvolledig) logboek hebben. In 2002 ontvingen 72 bedrijven een aanmaning; 7 bedrijven een proces-verbaal (AMINAL, 2003).

— Ingezelde koel- en vriestoestellen met recuperatie van koel- en blaasmiddel

Sinds 1 juli 1999 bestaat er in Vlaanderen een aanvaardingsplicht voor afgedankte elektrische en elektronische toestellen (MIRA-BE, 2003). De aanvaardingsplicht werd evenwel pas vanaf 1 juli 2001 in de praktijk georganiseerd na een akkoord tussen de verschillende gewesten. Met de steun van de gewestelijke overheden werd de vzw Recupel opgericht door de producenten en de importeurs van elektrische en elektronische toestellen. Recupel staat in voor de organisatie van de ophaling, sortering, verwerking en recyclage van de afgedankte elektrische en elektronische toestellen.

In 2002 werden in Vlaanderen 167 341 koel- en vriestoestellen ingezameld waarvan er zo'n 84 000 werden verwerkt in Vlaanderen. De andere toestellen werden verwerkt in verwerkingscentra in Wallonië en in Nederland. In Vlaanderen vindt de verwerking plaats bij AppaRec, een gezamenlijk initiatief van Indaver en van Gansewinkel. Normalerweise kunnen alle ingezamelde koel- en vriestoestellen na kortstondige opslag verwerkt worden. Het koelmiddel (CFK-12) wordt via een vacuümleiding afgetapt en overgebracht naar een scheidingsinstallatie, waar de olie en het koelmiddel worden gescheiden. Het isolatiemateriaal wordt vermalen tot poeder. Het blaasmiddel (CFK-11) dat vrijkomt uit het isolatiemateriaal wordt met behulp van actieve koolfilters afgescheiden.

De aanvoer en de verwerking van afgedankte koel- en vriestoestellen bij AppaRec kende tussen 1999 en 2002 een forse toename (tabel 1). Door de verwerking wordt de emissie van het koel- en het blaasmiddel bij afgedankte koel- en vriestoestellen vermeden. In 2002 bedroeg deze vermeden emissie bij AppaRec zo'n 9 ton CFK-11-eq.

Tabel 1: Aantal aangevoerde koel- en vriestoestellen en gerecupereerde hoeveelheden CFK-12 en CFK-11 bij AppaRec (Vlaanderen, 1999-2002)

	1999	2000	2001	2002*
aantal aangevoerde koel- en vriestoestellen	7 439	14 500	50 097	84 065
koelmiddel: totale gerecupereerde hoeveelheid CFK-12 (kg CFK-11-eq)	103	177	1 330	4 617
blaasmiddel: totale gerecupereerde hoeveelheid CFK-11 (kg CFK-11-eq)	242	554	2 315	4 320

* Cijfers t.e.m. 4 oktober. Op 5 oktober 2002 werd Apparec getroffen door een brand. T.e.m. begin mei 2003 werden de koel- en vriestoestellen voor verwerking afgevoerd naar Recydel in Luik en Coolrec in Dordrecht.

Bron: AppaRec.

— Recuperatie en vernietiging van halonen afkomstig van brandbeveiligingssystemen en blusapparaten

Voor 1 januari 2004 moeten brandbeveiligingssystemen en blusapparaten met halonen - behoudens kritische toepassingen - buiten gebruik worden gesteld en moeten de halonen op een correcte manier worden afgevoerd. OVAM zal in eerste instantie de hoeveelheid halonen die nog in omloop is in kaart brengen. Momenteel is er een Besluit van de Vlaamse regering in voorbereiding om de gebruikers te verplichten de gebruikte hoeveelheden te melden. Een bevraging door OVAM bij de installateurs naar de namen van de klanten leverde niets op. OVAM zal erop toezien dat de gebruikers zich op een correcte manier van halonen ontdoen. De naleving van het verbod op gebruik zal in een latere fase gecontroleerd worden.

De halonen worden momenteel ingezameld en tijdelijk opgeslagen bij de leverancier. Vervolgens worden ze afgevoerd naar Cogal Belgium en gestockeerd in grotere volumes. De definitieve verwerking vindt plaats bij Indaver. De recuperatie van halonen zit duidelijk in een stroomversnelling; de vernietiging nog niet (tabel 2). Merk op dat in 2001 de totale gerecupereerde hoeveelheid halonen zo'n 46 ton CFK-11-eq bedroeg. Dit is ongeveer de helft van de emissie van halonen, zo'n 106 ton CFK-11-eq.

Tabel 2: Gerecupereerde en vernietigde hoeveelheden halon 1211 en halon 1301 (Vlaanderen, 2000-2001)

	2000	2001
gerecupereerde hoeveelheid halon 1211 (kg CFK-11-eq)	10 308	22 566
vernietigde hoeveelheid halon 1211 (kg CFK-11-eq)	-	-
gerecupereerde hoeveelheid halon 1301 (kg CFK-11-eq)	4 560	23 920
vernietigde hoeveelheid halon 1301 (kg CFK-11-eq)	70	90

Bron: OVAM.

2 Milieukwaliteit

— Dikte van de ozonlaag

Figuur 3 toont dat de dikte van de ozonlaag boven Vlaanderen tussen begin 1980 en eind 2002 is afgenomen met gemiddeld 0,23 % ($\pm 0,02$ %) of 0,76 Dobson Eenheid per jaar (1 Dobson Eenheid is gelijk aan 0,01 mm ozondikte). De trend wordt berekend vanaf 1980 omdat vanaf dan de chloorverbindingen de stratosfeer bereikten. Deze trend is sterk seizoensgebonden: in de lente bedraagt de afname gemiddeld 0,75 % per jaar (d.w.z. dat de ozonlaag in het voorjaar twintig jaar geleden ongeveer 15 % dikker was dan in de recente jaren), terwijl de afname in de herfst statistisch verwaarloosbaar is. Schommelingen in de dikte zijn normaal maar de trendmatige daling is zorgwekkend. Aangezien de daling van de dikte van de ozonlaag zich ingezet heeft in de jaren '80, wordt als doelstelling vooropgesteld ernaar te streven terug op het niveau van voor 1980 te komen.

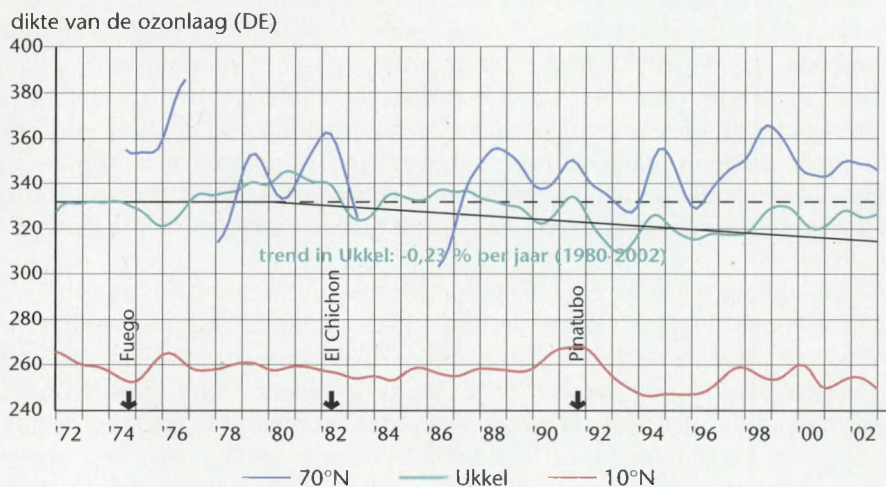
Ter vergelijking toont figuur 3 ook de evolutie van de dikte van de ozonlaag boven een noordelijk station in de VSA en een station dichtbij de evenaar in India. Zoals te zien is op deze figuur hangt de dikte van de ozonlaag sterk af van de breedtegraad. Bij de evenaar is de ozonlaag dunner, maar minder onderhevig aan schommelingen. Er worden daar ook minder grote trends gemeten. Bij de polen daarentegen is de laag het dikste, maar tevens het meest onderhevig aan schommelingen, en ook aan de invloed van chemische afbraak. Daarnaast hebben ook grote vulkaanuitbarstingen een effect op de ozonlaag. Zij brengen aerosolen in de stratosfeer. Deze kunnen dan getransporteerd worden naar gematigde en hogere breedtegraden, waar zij tijdens het koude seizoen de beschikbare oppervlakte voor heterogene ozonafbraak doen toenemen. De effecten van deze grote vulkaanuitbarstingen treden vertraagd op maar zijn duidelijk zichtbaar in figuur 3.

De dikte van de ozonlaag hangt op een complexe wijze samen met de menselijke activiteiten. Vandaar dat het onmogelijk is een directe link te leggen tussen maatregelen en resultaten. De maatregelen die genomen zijn in het protocol van Montreal hebben slechts op zeer lange termijn hun uitwerking: de emissie van ozonafbrekende stoffen is sedert geruime tijd aan het dalen maar slechts recent kon een stagnering van de hoeveelheid chloor in de atmosfeer worden vastgesteld (zie Chloorverbindingen in de atmosfeer).

Momenteel is er grote onzekerheid over de toekomstige evolutie van de dikte van de ozonlaag door de mogelijke koppeling met klimaatwijzigingen. Door de stijging van de temperatuur in de troposfeer (2.16 Klimaatverandering) zal de temperatuur in de stratosfeer dalen. Dit zou de efficiëntie van de ozonafbrekende stoffen kunnen doen toenemen. Als gevolg hiervan zou dan het herstel van de ozonlaag (zelfs met afnemende chloorconcentraties) verder vertraagd worden. Gelet op de grote schommelingen die optreden van jaar tot jaar is het nog te vroeg om de toename gedurende de laatste jaren te Ukkel (figuur 3) al te interpreteren als een definitief herstel van de ozonlaag. Bovendien blijkt ook uit recente metingen (september 2003) aan de zuidpool dat het probleem van

het 'ozongat' nog niet is opgelost. De omvang en de diepte van het ozongat in 2003 zijn vergelijkbaar met de recordomvang waargenomen in 2000 (www.wmo.ch/web/arep/ozone).

Figuur 3: Dikte van de ozonlaag boven Ukkel, Barrow, (VSA, 70° N) en Kodaikanal (India, 10° N) (1972-2002)



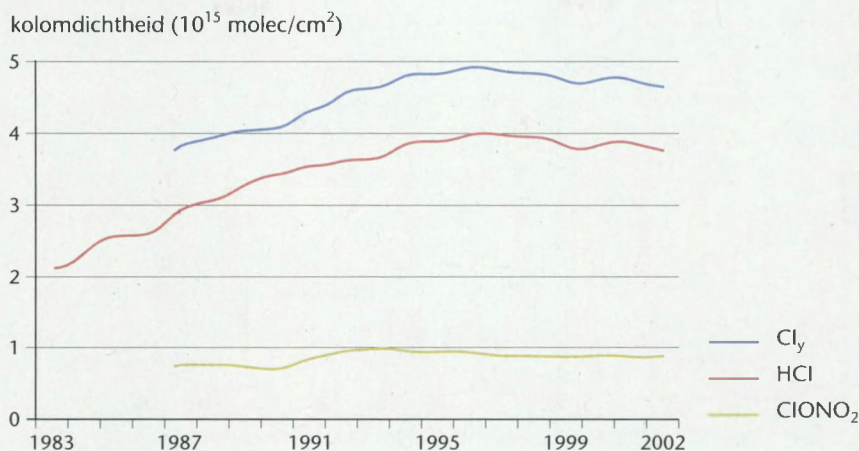
De volle zwarte lijn geeft de trend aan zoals die zich sinds 1980 voordoet, terwijl de streepjeslijn het niveau van ervoor weergeeft (doelstelling). Met pijltjes zijn de tijdstippen aangeduid waarop er vulkanische uitbarstingen waren die stof tot in de stratosfeer injecteerden (Fuego in Guatemala, El Chichon in Mexico en de Pinatubo op de Filipijnen).

Bron: KMI & WOUDC.

— Chloorverbindingen in de atmosfeer

Eén van de oorzaken van de aantasting van de ozonlaag is de aanwezigheid van een aantal ozonafbrekende stoffen waarin chloorverbindingen een belangrijk aandeel hebben (ongeveer 70 % van de geëmitteerde ozonafbrekende stoffen in Vlaanderen zijn chloorverbindingen). Aangezien het gebruik van de CFK's aan banden is gelegd, kan verwacht worden dat de chloorconcentraties in de stratosfeer op termijn zullen afnemen. Figuur 4 toont inderdaad dat de maximumconcentraties waarschijnlijk bereikt zijn einde jaren 1990, en dat de eerste tekenen van een daling zichtbaar worden. Door mogelijke interactie met klimaatwijzigingen is het echter mogelijk dat het herstellend effect hiervan op de ozonlaag vertraagd wordt.

Figuur 4: Kolomdichtheden van chloorcomponenten, afgeleid uit infrarood waarnemingen op de Jungfrauoch (Zwitserland, 1983-2002)



Cl_y is de som van HCl en $ClONO_2$ en is een goede maat voor de hoeveelheid chloor in de stratosfeer die beschikbaar is voor ozonafbraak. Figuur 4 toont glijdende jaargemiddelden die op basis van de maandgemiddelden van juni tot november (maanden met de minste schommelingen) worden berekend.

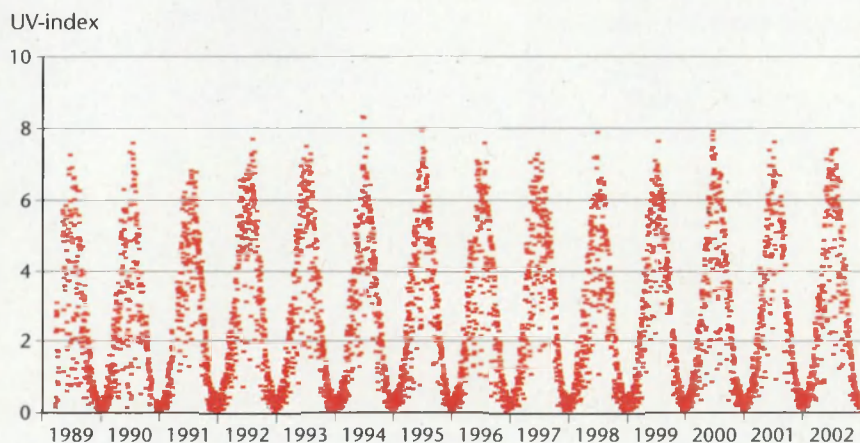
Bron: ULg-GIRPAS.

— UV-straling

De aantasting van de ozonlaag heeft rechtstreekse gevolgen voor het leefmilieu door de verhoogde UV-stralingsintensiteit op aarde. Ozon absorbeert namelijk zeer sterk de schadelijke UV-B-straling (280-320 nm). Als indicator voor de intensiteit van de UV-straling wordt de UV-index gebruikt. Dit is een onbenoemd getal dat berekend wordt uit het spectrum van het vermogen van de op het aardoppervlak invallende straling, rekening houdend met een zonnebrandactiespectrum om het effect van de straling op de huid te simuleren.

Zoals te zien op figuur 5, is er nog geen sprake van een duidelijke trend in het verloop van de UV-index. Wetenschappelijke studies hebben aangetoond dat de te verwachten trend in UV-B-straling pas binnen enkele decennia zullen kunnen gedetecteerd worden. De reden hiervoor is de onvoldoende gekende invloed van bewolking en aerosolen op de UV-B-straling.

Figuur 5: Tijdreeks van gemeten waarden van de UV-index te Ukkel (1989-2002)



Bron: KMI.

Volgens modelberekeningen voor een heldere hemel leidt een daling van 0,23 % per jaar in de dikte van de ozonlaag tot een verwachte toename in UV-index van 0,40 % per jaar. Dit verband tussen UV-index en dikte van de ozonlaag kan pas na enkele decennia uit de metingen afgeleid worden (Weatherhead *et al.*, 1998). Het verband tussen de dikte van de ozonlaag en de UV-intensiteit werd aangetoond op plaatsen met weinig bewolking, maar toch een redelijke variatie in de dikte van de ozonlaag (zoals bv. in Griekenland). Wanneer men kijkt naar de evolutie op lange termijn constateert men soms een daling in de UV-intensiteit. Mogelijke oorzaken zijn dan een verandering in bewolkingsgraad of in aerosol-concentraties. De meeste tijdreeksen zijn relatief kort (hooguit 10-15 jaar) en vertonen geen duidelijke trends gezien de variabiliteit van de atmosfeer.

Om de bevolking te waarschuwen, worden voorspellingen van de UV-index samen met de weersvoorspellingen verspreid. Zo kunnen bij een hoge UV-index passende beschermingsmaatregelen worden getroffen zoals het dragen van speciale zonnekledij of het gebruiken van zonnecrème met hoge beschermingsfactor. Bovenal moet echter worden vermeden lang in de zon te blijven.



Meer informatie in het achtergronddocument Aantasting van de ozonlaag op www.milieurapport.be/AG

Referenties

AMINAL (2003) Milieuhandavingsrapport 2002 van de Afdeling Milieu-inspectie.

Econotec (2002) Update of the emission inventory of ozone depleting substances, HFCs, PFCs and SF₆ for 2000 and 2001.

EMA (2003), Europe's environment: the third assessment, Environmental assessment report n° 10, Copenhagen.

MIRA-BE 2003 (2003) Bracke R. Milieubeleidsvereenkomsten ter uitvoering van de aanvaardingsplicht. In: Van Steertegem M. (Red.) MIRA-BE 2003. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: beleidsevaluatie. VMM, Erembodegem, 215 p.

Weatherhead *et al.* (1998) Factors affecting the detection of trends: Statistical considerations and application to environmental data, *J. Geophys. Res.*, **103**, 17149-17161.

WOUDC: World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre; databank via <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/woudc/>; Meteorological Services Canada onder toezicht van WMO (Wereld Meteorologische Organisatie).

ULg-GIRPAS: databank van Groupe Infra-Rouge de Physique Atmosphérique et Solaire, Université de Liège.

Lectoren

Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv

Sven Claeys, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Birgit Dumez, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Dirk Gullentops, Figas

An Van de Vel, Agoria Vlaanderen

Liesbet Van Rooy, Gezondheidsinspectie, Departement WVC

Inge Van Vynckt, VMM

Martine Vanderstraeten, DWTC

Hugo Westyn, Electrabel

2.16 Klimaatverandering

Wim De Groote, Vakgroep Mechanica van Strooming, Warmte en Verbranding, UGent

Hendrik Van Rompaey, Koen Claes, Ils Moorkens, Katleen Briffaerts, Vito

Luc De Bruyn, NARA, IN

Johan Brouwers, MIRA, VMM

De gemiddelde temperatuur op aarde is in de 20^{ste} eeuw met 0,6°C toegenomen. Buiten de poolgebieden zijn vele gletsjers gekrompen en is de neerslag tussen 35° en 85° noorderbreedte toegenomen met 7 à 12 %. Deze klimaatveranderingen zijn volgens het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) met grote waarschijnlijkheid toe te schrijven aan antropogene activiteiten die de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer verhogen: voornamelijk gebruik van fossiele brandstoffen en ontbossing. De antropogene klimaatverandering zal nog verschillende eeuwen blijven doorwerken, aangezien broeikasgassen een lange levensduur hebben. Modelsimulaties kondigen een temperatuurstijging op wereldschaal aan met 1,4 tot 5,8 °C tegen het jaar 2100 (t.o.v. 1990), samen met een verandering van de neerslaghoeveelheden met 5 à 20 % (stijgen of dalen naargelang de regio) en een stijging van het zeeniveau met 9 à 88 cm.



Emissie van broeikasgassen



Evolutie van de temperatuur



Evolutie van de neerslag

?

Gezondheidseffecten van klimaatverandering

?

Impact op fauna en flora

?

Impact van klimaatbeleid en klimaatverandering op de economie

1 Milieudruk

— Emissie van broeikasgassen

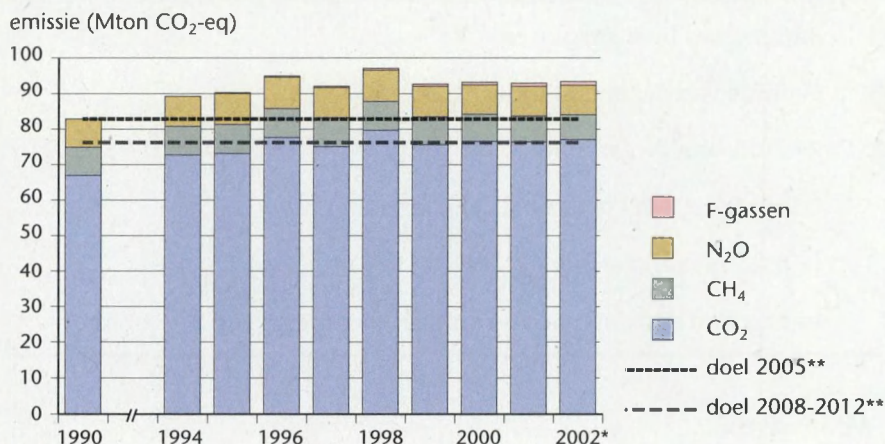
IPCC stelt dat een onmiddellijke reductie met 50 tot 70 % van de globale broeikasgasemissie nodig is om de natuurlijke ecosystemen, de voedselvoorziening en een duurzame economische ontwikkeling niet in gevaar te brengen door een klimaatverandering (IPCC, 2001 a). De ratificatie van het Kyoto-protocol (1997) door een groot aantal landen was een eerste stap in de goede richting. Voor de korf van de belangrijkste broeikasgassen (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , HFK's en PFK's)

engageren de deelnemende industrielanden zich tot een vermindering van hun uitstoot in de periode 2008-2012 met gemiddeld 5 %, vergeleken met hun uitstoot in 1990. Daarnaast heeft elk deelnemend land een individuele doelstelling. De EU verbond zich tot een reductie met 8 %, en verdeelde de inspanning tussen haar lidstaten. In deze lastenverdeling engageerde België zich tot een emissiereductie van 7,5 %. Opdat het Kyoto-protocol van kracht zou worden, is — na de terugtrekking van de VS — wel nog de ratificatie door Rusland vereist. Op de World Climate Conference in het najaar van 2003 nam Rusland echter een afwachtende houding aan.

In afwachting van een lastenverdeling tussen de gewesten, hanteren we in dit rapport ook -7,5 % als middellangetermijndoelstelling (MLTD) voor Vlaanderen (2008-2012). Zowel Vlaanderen als Wallonië engageren zich tot een stabilisering van de uitstoot in 2005 t.o.v. 1990 (kortetermijndoelstelling of KTD). Het Vlaamse engagement veronderstelt wel voldoende federale maatregelen (zie verder). Op langere termijn (2020) streeft Vlaanderen naar een reductie van de broeikasgasuitstoot met 30 % t.o.v. 1990 (MINA-plan 3).

De uitstoot van broeikasgassen in Vlaanderen is sedert 1990 met ruim 10 Mton CO₂-equivalenten toegenomen tot 93,4 Mton (figuur 1). Deze stijging met 12,7 % staat haaks op de reductieverplichting. Om de MLTD te kunnen halen, moet de totale uitstoot van broeikasgassen jaarlijks met 2,1 Mton of 2,4 % dalen tot in 2012. Het nakomen van de KTD voor 2005 vereist zelfs een jaarlijkse daling met 3,4 Mton of 3,8 % (zie ook figuur 3).

Figuur 1: Emissie van broeikasgassen (Vlaanderen, 1990-2002)



* voorlopige cijfers

** Voor F-gassen is het referentiejaar 1995 i.p.v. 1990

Voor de omrekening van tonnages naar CO₂-eq werden volgende GWP-waarden gebruikt: 1 voor CO₂, 23 voor CH₄, 296 voor N₂O, 22 200 voor SF₆ en 12 à 12 000 voor de verschillende HFK's.

Over de uitstoot van PFK's in Vlaanderen zijn onvoldoende gegevens beschikbaar.

Bron: Vito - Energiebalans Vlaanderen, VMM.

De toename van de broeikasgasemissie in Vlaanderen is voornamelijk het gevolg van een stijging van de CO_2 -uitstoot. CO_2 blijft met een aandeel van 82,5 % in de uitstoot ook veruit het belangrijkste broeikasgas. De emissies van CO_2 zijn praktisch volledig te wijten aan de verbranding van fossiele brandstoffen. Ondanks een sterk gebruik van kernenergie voor de elektriciteitsproductie blijft Vlaanderen voor meer dan 80 % afhankelijk van fossiele brandstoffen voor zijn energiegebruik.

N_2O is het tweede belangrijkste broeikasgas in Vlaanderen (8,9 % in 2002). Het is vooral afkomstig van industriële processen (o.m. productie van salpeterzuur) en de landbouwsector (mestopslag en plantaardige productie). De totale uitstoot van N_2O is in de periode 1990-2002 met 4 % toegenomen. Deze toename is voornamelijk te wijten aan het wegverkeer en de industrie (productie van salpeterzuur en caprolactam). De stijging bij het wegverkeer kan verklaard worden door een toename van het aantal voertuigen en van het aandeel van benzine-wagens met driefwegkatalysator. Deze katalysatoren zetten via een ongewenste bijreactie een beperkte hoeveelheid N_2O vrij tijdens de omvorming van stikstofoxiden (NO_x) naar het onschadelijke stikstofgas (N_2). Bij de salpeterzuurproductie is er na een sterke toename in het begin van de jaren '90, wel een daling van de uitstoot sinds 1999. De emissies van de landbouw namen in de periode 1990-2002 af met 5 %.

CH_4 heeft een aandeel van 7,5 % in de uitstoot van broeikasgassen. Het is het enige broeikasgas waarvan de emissie in de periode 1990-2002 is gedaald: - 12 %. De belangrijkste niet-natuurlijke bronnen zijn veeteelt (72 % in 2002) en de afvalstorten. Een inkrimping van de veestapel, een toename in de verbranding van stortgassen (al dan niet met energierecuperatie) en de beperking van de finaal te storten afvalhoeveelheden door toedoen van een stortverbod zijn de belangrijkste redenen voor de opgetekende daling. Het effect van het stortverbod wordt deels opgeheven door toenemende CH_4 -emissies uit de compostering van organisch afval.

Tenslotte verdient ook het aandeel van *gefluoreerde broeikasgassen of F-gassen* (verzamelterm voor HFK's, PFK's en SF_6) de nodige aandacht. Hun aandeel in de korf nam snel toe van 0,3 % in 1995 naar 1,1 % in 2002. Dit is in belangrijke mate te verklaren door het toenemend gebruik van HFK's in industriële koelinstallaties en in airco-installaties voor auto's, winkels en kantoren. De emissies van PFK's en SF_6 zijn nog onvoldoende gekend en daarom onderwerp van een continue actualisatie en validatie door de betrokken overheidsdiensten.

De *sectoren* industrie en energie hebben het grootste aandeel in de totale broeikasgasemissies (figuur 2 a). Ze veroorzaken ieder ongeveer een kwart van de emissies in 2002. De stijging van de broeikasgasuitstoot in de sector industrie zit grotendeels (58 %) in het toenemend niet-energetisch gebruik van energiedragers: bv. als grondstof voor het aanmaken van andere producten in de chemische industrie. Verkeer & vervoer komt op de derde plaats met bijna 18 % in 2002. Buiten 'natuur & tuinen' is landbouw & visserij de enige sector die een absolute emissiereductie (-0,9 Mton CO_2 -eq) heeft gerealiseerd in de periode

1990-2002 (figuur 2 b). Alle andere sectoren lieten hogere emissies optekenen. Vooral de sectoren verkeer & vervoer en industrie zijn er verantwoordelijk voor dat de broeikasgasemissies in 2002 beduidend hoger lagen dan in 1990.

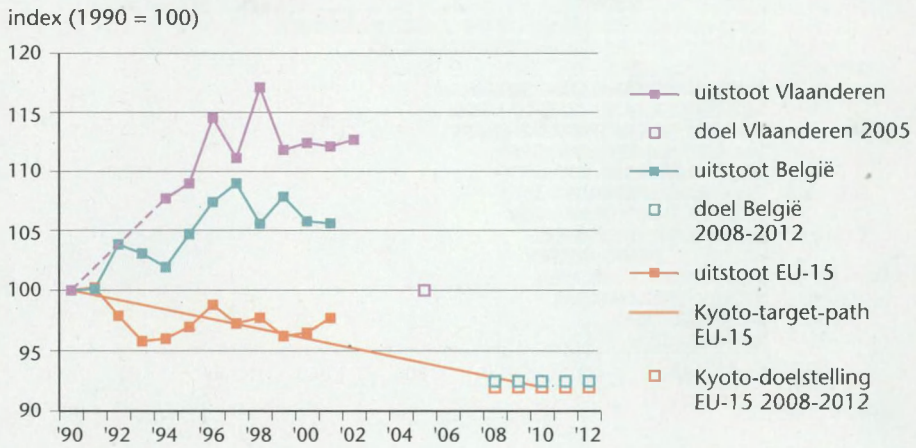
Figuur 2: Aandeel van de sectoren in de uitstoot van broeikasgassen voor 2002 en evolutie van de emissies per sector in de periode 1990-2002 (Vlaanderen)



Bron: Vito - Energiebalans Vlaanderen, VMM.

Door de broeikasgasuitstoot van de *EU-lidstaten* te vergelijken met hun individuele Kyoto-doelstellingen, blijkt dat de doelafstand in 2001 voor Denemarken (26,9 %), Oostenrijk (26,4 %), Ierland (16,0 %) en Spanje (15,7 %) nog groter is dan voor België (15,0 %). Vlaanderen zit nog 20,8 % verwijderd van de MLTD. Luxemburg, Zweden en Frankrijk zaten in 2001 onder hun Kyoto-drempel (EEA, 2003). De 15 EU-lidstaten samen zaten in 2001 ca. 2 % onder het niveau van 1990, maar de laatste jaren neemt de afstand t.a.v. de Kyoto-doelstelling weer toe (figuur 3).

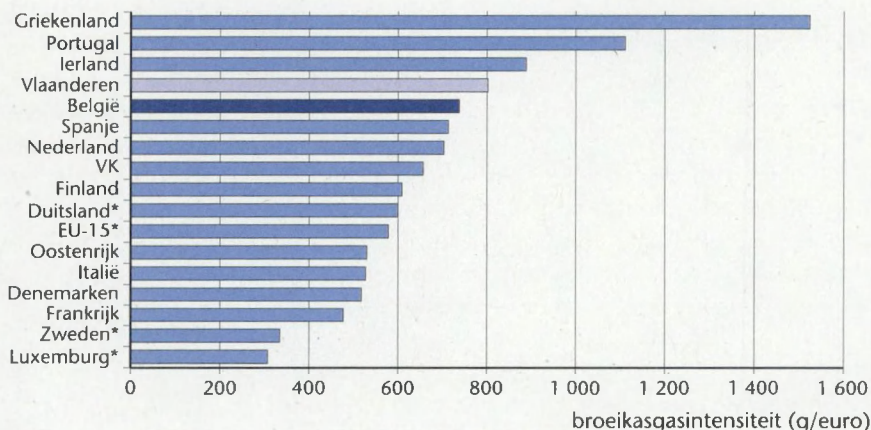
Figuur 3: Evolutie broeikasgasemissies in Vlaanderen, België en EU-15 ten aanzien van de vastgelegde doelstellingen



Bron: Vito - Energiebalans Vlaanderen; VMM; FOD Leefmilieu, 2003; EEA, 2003.

Wat de *broeikasgasintensiteit* betreft – dit is de uitstoot van broeikasgassen per eenheid van Bruto Binnenlands Product – is er in Vlaanderen een daling aan de gang. Tussen 1990 en 1998 loosden we in Vlaanderen zo'n 900 gram broeikasgassen per geproduceerde euro, bij constante prijzen van 1990. Sedertdien is de intensiteit gedaald tot 802 g/euro in 2002, wat wijst op een minder broeikasgas-intensieve economische ontwikkeling. In vergelijking met onze buurlanden heeft Vlaanderen (en ook België) echter nog steeds een hoge broeikasgasintensiteit (figuur 4). Dit valt gedeeltelijk te verklaren door het feit dat Vlaanderen een groter percentage van haar BBP uit de energie-intensieve industrie (o.a. staal en petrochemie) haalt dan onze buurlanden. Deze landen vormen wel een belangrijke afzetmarkt voor de eindproducten van die Vlaamse bedrijven.

Figuur 4: Broeikasgasintensiteit per lidstaat (EU, 2001)



* De broeikasgasintensiteit werd berekend uitgaande van het BBP in constante prijzen van 1990, behalve voor de gemarkeerde landen. Hiervoor werd een ander basisjaar gebruikt.

Bron: EEA, 2003; VMM.

Aangezien de emissies gerelateerd aan energiegebruik instaan voor 81,9 % van de totale broeikasgasuitstoot in Vlaanderen, is een beleid gericht op Rationeel Energie Gebruik (REG) cruciaal. REG is een gewestelijke bevoegdheid, maar heel wat instrumenten om REG in de praktijk te stimuleren zijn in federale handen (zie verder). De bevoegdheidsverdeling en de moeilijke samenwerking tussen de gewesten en de federale overheid vormen dan ook een belangrijke hinderpaal bij de implementatie van REG.

Op Vlaams niveau keurde de regering in februari 2003 het *Vlaams Klimaatbeleidsplan 2002-2005* goed, en in september 2003 het eerste Voortgangsverslag bij dit plan. Prioritaire maatregelen daarin zijn: een vrijwillige overeenkomst met de zware industrie ('benchmarkingconvenant'); EnergiePrestatieNormen voor nieuwe woningen, scholen en kantoren; een pakket steunmaatregelen voor warmtekrachtkoppeling; een verplichting tot REG voor beheerders van elektriciteitsdistributienetten; en een pakket steunmaatregelen voor hernieuwbare energie. Op 31 oktober 2003 hadden 170 bedrijven een benchmarkingconvenant ondertekend. Verder zijn sinds 1 juli 2003 de eerste EnergiePrestatieNormen voor gebouwen van kracht, namelijk voor gesubsidieerde gezondheids- en welzijnsinstellingen. De verplichte REG-actieplannen van de distributienetbeheerders lopen sinds 1 januari 2003 (1.3 Energie).

Naast maatregelen inzake energiegebruik, voorziet de Vlaamse overheid ook initiatieven om de uitstoot van niet-CO₂ broeikasgassen te reduceren: o.a. verdere affakkeling of valorisatie van stortgas (CH₄), introductie van N₂O-reducerende katalysatoren bij de productie van salpeterzuur en caprolactam, een

actieplan voor de landbouwsector en een erkenningsregeling voor koeltechnici ter beperking van de HFK-uitstoot.

In 2005 zullen de maatregelen uit het Voortgangsrapport 2003 tot een emissiereductie van 4,2 Mton CO₂-eq leiden. Zelfs als alle maatregelen in het Klimaatbeleidsplan succesvol worden uitgevoerd, zal dit dus niet volstaan om de doelstelling voor 2005 (stabilisatie t.o.v. 1990) te realiseren. De Vlaamse beleidsverantwoordelijken vinden dat de instrumenten waarover de Vlaamse regering beschikt, tekortschieten om een krachtig en coherent klimaatbeleid te voeren. Belangrijke instrumenten zijn in handen van de federale overheid. De Vlaamse regering engageerde zich dan ook tot de stabilisatiedoelstelling, op voorwaarde dat de federale regering aanvullende maatregelen neemt op het vlak van energie, transport, fiscaliteit en productnormering.

De *federale (Belgische) overheid* is bevoegd voor de energieprijzen, voor kern-energie, voor de spoorwegen en voor het fiscaal beleid. Samen met de gewesten heeft de federale overheid een Nationaal Klimaatplan 2002-2012 opgesteld. Dit plan bevat naast de maatregelen van de gewesten de volgende federale maatregelen: een daling van de BTW voor energiezuinige producten en diensten en een verhoging van de fiscale druk op energie-intensieve activiteiten, samen met een verlaging van de lasten op arbeid; een verschuiving van het wegverkeer naar het spoor, samen met een vermindering van de milieu-impact van het wegvervoer (bv. door aanpassing van de verkeersheffing op voertuigen, naargelang de CO₂-uitstoot); beperking van broeikasgasemissies hanteren als een doorslaggevend beleids criterium bij het productbeleid. Deze maatregelen wachten nog op een concrete uitvoering. Bovendien begroot dit Nationaal Klimaatplan het effect van alle maatregelen in eigen land die erin zijn opgenomen, slechts op twee vijfden van de reducties nodig om de Kyoto-doelstelling te bereiken. Het gebruik van zogenaamde flexibiliteitsmechanismen (zie verder) lijkt bijgevolg nodig om de resterende kloof te overbruggen. De vorige federale regering heeft wel al een *Kyoto-fonds* opgericht voor de financiering van het klimaatbeleid (25 miljoen euro per jaar). Tussen de gewesten werd ook een *samenwerkingsakkoord* inzake klimaat gesloten. Dit akkoord voorziet o.a. in de oprichting van een nationale klimaatcommissie die verantwoordelijk is voor de jaarlijkse actualisatie van het Nationaal Klimaatplan.

De kost om emissiereducties te realiseren is niet gelijk voor verschillende installaties en gebouwen, en bij uitbreiding niet voor alle landen. Om de globaal beoogde emissiereductie te kunnen realiseren aan een zo laag mogelijke kost, keurde het Europees Parlement in juli 2003 de Richtlijn Verhandelbare Emissierechten goed. Vanaf 2005 gaat de interne EU-markt voor CO₂-emissierechtenhandel tussen grote, energie-intensieve bedrijven van start. Een bijkomende mogelijkheid om de beoogde emissiereductie zo goedkoop mogelijk te realiseren, zijn de zogenaamde *flexibiliteitsmechanismen* (kopen van emissierechten in het buitenland of het verwerven van CO₂-kredieten door acties in het buitenland). Het Kyoto-protocol en de internationale akkoorden die erop volgden, staan het gebruik van die mechanismen toe voor zover ze *slechts aanvullend* zijn op de emissiebeperkende maatregelen in eigen land. De

mogelijke inzet van flexibiliteitsmechanismen stuit echter ook op heel wat kritiek. Ten eerste ziet men niet in hoe de grote emissiereducties die na Kyoto (vanaf 2013) zullen nodig zijn, kunnen gerealiseerd worden als de geïndustrialiseerde landen zelf niet rationeler leren omgaan met energie. Ten tweede is er kritiek op emissiehandel met industrielanden in een economische recessie, wat soms als de 'aankoop van gebakken lucht' wordt bestempeld. Ook sommige 'Clean Development Mechanism'-projecten worden bekritiseerd, bv. de aanleg van grote stuwdammen of de aanleg van eucalyptusplantages, omdat deze grote schade aan natuur en milieu zouden veroorzaken. Ten derde is er een wetenschappelijke consensus dat er aanzienlijke onontgonnen reserves van rendabele energiebesparing bestaan in de industrielanden, ook in de technologisch meest geavanceerde economieën ter wereld (Barker, 2001). Door deze aan te boren, wordt de aanpak van de klimaatverandering, zeker in een eerste fase, een winst in plaats van een kost voor de eigen economie.

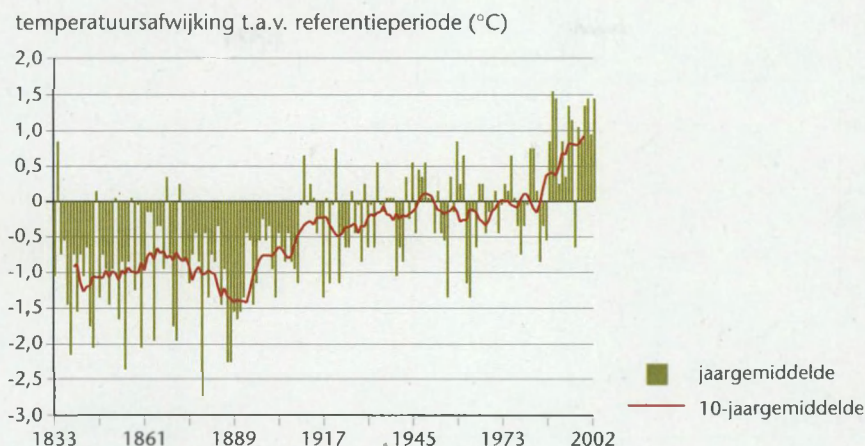
Ook in Vlaanderen, dat in de meeste sectoren een lager energierendement heeft dan de buurlanden, zijn er nog onontgonnen reserves van rendabele energiebesparing: gecorrigeerd voor structurele en klimatologische verschillen scoort onze industrie slechts gemiddeld, en het energierendement in woningen en binnen de sector handel & diensten scoort laag in vergelijking met de andere EU-lidstaten (Eichhammer, 2003; SERV, 2001). Eichhammer komt tot de conclusie dat de energiegerelateerde CO₂-emissies tegen 2012 kunnen dalen met 8,1 % ten opzichte van 1990 wanneer België inzake energie-efficiëntie hetzelfde niveau zou bereiken als de buurlanden. Deze CO₂-reducties zouden een belangrijke bijdrage betekenen om de Kyoto-doelstelling te halen.

2 Milieukwaliteit

— Evolutie van de temperatuur

Mondiaal was 2002 het tweede warmste jaar van de voorbije anderhalve eeuw. De temperatuur lag 0,47°C boven het gemiddelde van de internationaal gehanteerde referentieperiode 1961-1990. Enkel 1998 was nog warmer: 0,58°C boven de referentie. In Europa werd 2002 gekenmerkt door grote schommelingen, en kwam de jaargemiddelde temperatuur 0,96°C boven de Europese referentietemperatuur te liggen. De hoogste waarde werd er in 2000 opgetekend: +1,17°C. Door de grote variabiliteit tussen de jaren, is het nuttig om naar een tienjarig gemiddelde te kijken. Zowel in Europa als op wereldvlak blijken de jaren '90 het warmste decennium te zijn sedert het begin van de waarnemingen in het midden van de 19^{de} eeuw.

In Ukkel wordt dezelfde evolutie waargenomen (figuur 5). Het recordjaar was 1989 met een 1,5°C hogere temperatuur dan de referentie. Dit record werd sindsdien meermaals benaderd met een waarde van 1,4°C in 1990, 2000 en 2002. De temperatuurschommelingen in Ukkel zijn dus iets groter dan de Europese en mondiale waarden. Deze laatste zijn immers gemiddelden van een groot aantal weerstations, waardoor de waarden afgevlakt worden.

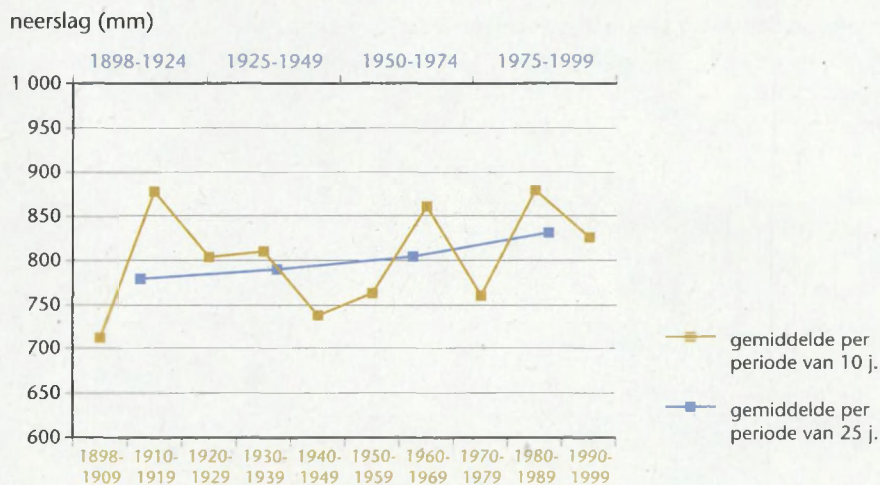
Figuur 5: Evolutie van de gemiddelde temperatuur (Ukkel, 1833-2002)

De temperatuurverandering wordt uitgedrukt als 1) de afwijking van de jaargemiddelde temperatuur t.o.v. de gemiddelde temperatuur tijdens de officiële WMO-referentieperiode 1961-1990; en 2) het tienjarig voortschrijdend gemiddelde van de afwijking t.o.v. dezelfde referentie. Bron: KMI.

Menselijke invloedsfactoren zullen het klimaat van de 21^e eeuw verder veranderen. IPCC heeft scenario's uitgewerkt, die van elkaar verschillen in demografische evolutie, mondiale economische ontwikkeling en gebruik van fossiele brandstoffen. Via simulaties met geverifieerde klimaatmodellen bekomt men zo een vork waarbinnen de verschillende parameters met zeer grote waarschijnlijkheid kunnen evolueren. De gemiddelde temperatuur op aarde stijgt in de scenario's met 1,4 à 5,8°C van 1990 tot 2100. De geprojecteerde temperatuurstijging is dus nog veel groter dan de veranderingen die geobserveerd werden in de 20^{ste} eeuw en is zeer waarschijnlijk zonder precedent gedurende ten minste 10 000 jaar.

— Evolutie van de neerslag

Analyse van de neerslaggegevens in de 20^{ste} eeuw leert dat in ons land de gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid stijgt (figuur 6). Opgedeeld in intervallen van 25 jaar, bedraagt de toename 6,6 %. Beschouwd in intervallen van 10 jaar, vertoont de stijging eerder een golvend – maar ook stijgend – patroon. Daarbij kwam de jaargemiddelde neerslaghoeveelheid in het laatste decennium 16 % hoger te liggen dan in het eerste decennium. Daar staat evenwel tegenover dat het tweede decennium (1910-1919) in de beschouwde periode bijna even nat was als het voorlaatste decennium (1980-1989) (Van Damme, 2003).

Figuur 6: Evolutie jaargemiddelde neerslaghoeveelheden (Ukkel, 1898-1999)

Bron: Van Damme, 2003.

Sinds het begin van de waarnemingen in Ukkel zijn 2001 en 2002 absolute recordjaren met neerslaghoeveelheden van respectievelijk 1088,5 en 1077,8 mm ten aanzien van de normale 780,1 mm. Onderzoek in Nederland toonde aan dat de neerslagtoename zich voornamelijk in de winterhalfjaren situeert. Voor Ukkel blijken de neerslagdata per seizoen te sterk te variëren in de periode 1833-2002 om een significante trend per seizoen af te leiden. Op basis van de eerder aangehaalde simulaties op wereldschaal verwacht men dat de neerslaghoeveelheden in de loop van de 21^{ste} eeuw globaal zullen blijven stijgen, en dat in vele gebieden de jaarlijkse fluctuaties sterker zullen worden.

3 Gevolgen voor mens, natuur en economie

— Gezondheidseffecten van klimaatverandering

Eén van de grootste bedreigingen van klimaatverandering voor de volksgezondheid kan het aantal doden zijn door de extra hittegolven. Het inzicht groeit dat vroegere projecties het effect ervan op de mortaliteit onderschatten (Harvard Medical School, 2003).

Het aantal zware overstromingen — waarbij meer dan 10 doden vallen, internationale hulp wordt gevraagd of de noodtoestand wordt uitgeroepen — is in de periode 1970-2001 significant toegenomen in Europa. Het laatste decennium werden in Europa door overstromingen 417 000 mensen (tijdelijk) dakloos en vielen er 1 940 doden (WHO, 2003). In 2002 werd Europa getroffen door 15 zware overstromingen die 250 doden maakten en 1 miljoen mensen hebben getroffen.

Een ander mogelijk gevolg in ons land is het oprukken van de ziekte van Lyme, wat mede in verband wordt gebracht met de opwarming van de aarde (Epstein, 2002; Martens & McMichael, 2002). Deze ziekte is de meest frequente door teken overgebrachte aandoening, waarbij letsels kunnen worden opgelopen ter hoogte van huid, hart, zenuwstelsel, ogen, nieren en lever. De teken komen voor in een plantenrijke omgeving met hoog gras, struiken en een rijke onderbegroeiing. Volgens het Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid - Louis Pasteur is het aantal gevallen in België gestegen van 42 in 1991 tot 975 in 2002.

— Impact op fauna en flora

Onder invloed van een versterkt broeikaseffect kunnen klimaatzones zich verleggen, inkrimpen of uitbreiden. Heel wat ecosystemen zijn erg kwetsbaar voor zulke veranderingen, hetgeen leidt tot een verlies van biodiversiteit. Ook in Vlaanderen blijkt dat verschillende soorten reageren op de klimaatveranderingen (NARA, 2003). Vooral activiteiten die in de lente plaatsvinden, zijn de laatste eeuw steeds vroeger in het jaar waar te nemen (*seizoenale shift*). Uit waarnemingen in de ons omringende landen blijken planten per decennium 1,4 tot 3,1 dagen vroeger te bloeien en in blad te komen, vlinders 2,8 tot 3,2 dagen vroeger rond te vliegen, amfibieën vroeger te roepen en eieren te leggen, en vogels de vroege lentetrek 1,3 tot 4,4 dagen eerder aan te vatten en 1,4 tot 4,8 dagen vroeger eieren te leggen. Deze verschuivingen die gelijklopen met de stijging van de gemiddelde lentetemperatuur, kunnen belangrijke implicaties hebben. Zo wees onderzoek in Nederland uit dat door warmere lentes het uitsluipen van de wintervlinderrupsen niet meer gesynchroniseerd is met het ontkiemen van de bladeren van de eik. Daardoor is de piekdensiteit van de rupsen niet meer synchroon met de ontwikkelingsperiode van de jongen van de koolmees, waarbij bij deze laatste grotere mortaliteit optreedt.

Onder stijgende temperaturen verschuiven soorten hun verspreidingsareaal noordwaarts (*verspreidingsverschuivingen*). Verschillende zuidelijke libelsoorten die vroeger slechts toevallig opdoken in Vlaanderen, worden tegenwoordig meer algemeen aangetroffen. Er zijn zelfs *soorten die compleet verdwijnen of omgekeerd net in populatie toenemen*. In tegenstelling tot historische migraties moeten soorten nu migreren door een door de mens sterk gefragmenteerd landschap. Bijgevolg liggen vele gebieden welke klimatologisch gezien geschikt zouden zijn, buiten het dispersiebereik van de soorten.

Ten slotte kunnen er ook *veranderingen optreden in de gemeenschapsstructuur en de soortinteracties*. Experimenten in graslanden toonden aan dat een verhoogde CO₂-concentratie en temperatuur resulteerden in verandering in de relatieve densiteiten van de soorten. Terwijl voor de ene soort de kans verkleint dat de temperatuur zakt onder de dodelijke limiet waardoor deze kan uitbreiden, wordt voor een andere de kans groter dat de dodelijke maximumtemperatuur bereikt wordt.

Voor een uitgebreide bespreking van de gevolgen van klimaatverandering op de natuur verwijzen we naar het Natuurrapport 2003 op <http://www.nara.be>.

— Impact van klimaatbeleid en klimaatverandering op de economie

Klimaatbeleid

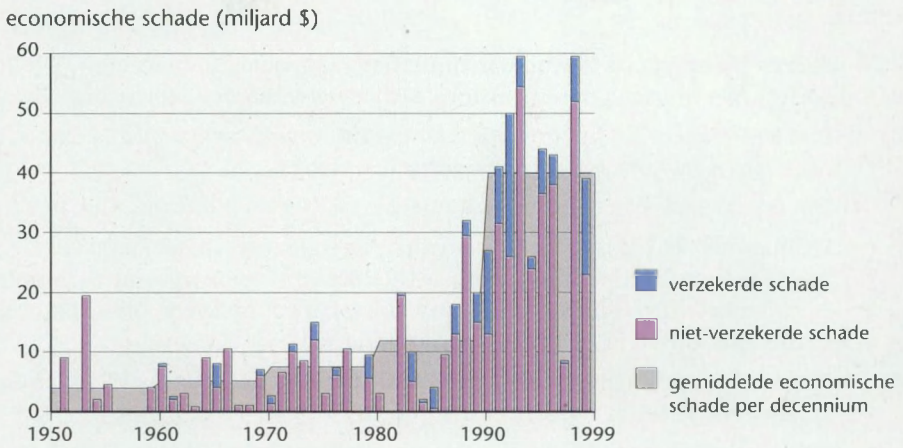
IPCC signaleert “dat er sinds 1995 een significante technologische vooruitgang gemaakt is om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, en dat deze sneller verloopt dan verwacht”. Maatregelen die ook los van de klimaatverandering zinvol zijn, worden vaak ‘no-regret maatregelen’ genoemd. Meestal komen deze maatregelen neer op een efficiënter energiegebruik. Wereldwijd kan volgens IPCC een vermindering worden gerealiseerd met 6,6 tot 9,1 Gton CO₂-eq per jaar tegen het jaar 2012, waarbij de baten (lagere energiefactuur, minder onderhoudskosten) groter zijn dan de kosten (investering, onderhoud) (IPCC, 2001 b).

Voor België zijn de geschatte kosten (of baten) voor de eerbiediging van het Kyoto-protocol nog onzeker. Indien het energiebeleid van de gewesten en de federale regering er zou in slagen de rendabele mogelijkheden voor een rationeel energiegebruik in België optimaal te laten benutten, dan kan het klimaatbeleid althans op korte termijn (2012, Kyoto-protocol) gunstig zijn voor de Belgische economie. Studies van het Federaal Planbureau tonen aan dat een belasting van fossiele brandstoffen op basis van hun CO₂-uitstoot – indien gecombineerd met een verlaging van de loonkosten – positieve gevolgen kan hebben voor de economie en de werkgelegenheid (Bossier *et al.*, 2002). Zo niet zullen België en de gewesten gedwongen worden maatregelen te nemen die geld kosten (bv. inzet van flexibele mechanismen, gebruik van hernieuwbare energie).

Klimaatverandering

Volgens IPCC zijn er nog te grote onzekerheden in de huidige kennis om de economische impact van de klimaatverandering volledig in te schatten. Er zijn wel cijfers beschikbaar over sommige schadeposten in het recente verleden, onder meer over de direct meetbare schade van een aantal extreme weersfenomenen (bv. orkanen). De kosten ervan vertonen een sterk opwaartse trend (figuur 7). Het verzekerd aandeel van deze verliezen groeide van een verwaarloosbaar niveau tot 9,2 miljard US\$ per jaar in de periode 1990-2000. De schade door extreme weersfenomenen is dus gestegen, ondanks verhoogde inspanningen om infrastructuur te versterken en een verbeterde rampenplanning. (Her)verzekeringsmaatschappijen worden hierdoor steeds kwetsbaarder voor de gevolgen van natuurrampen.

Figuur 7: Wereldwijde kosten van extreme weersfenomenen (aangepast voor inflatie)



Bron: IPCC, 2001 b.



Meer informatie in het achtergronddocument Klimaatverandering op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Barker T. (2001) Costs of emission limitations - a macroeconomic view. The Royal Society Meeting 12-13 December 2001, <http://www.theroyalsociety.org/climate>
- Bossier F., Bracke I., Vanhorebeek F. (2002) *The impacts of energy and carbon taxation in Belgium*, Federaal Planbureau, Brussel.
- EEA (2003) European Environment Agency: fact sheets indicators Climate Change.
- Eichhammer W. (ed.) (2003) Beheer van de Energievraag in het Raam van de door België te leveren Inspanningen om de Uitstoot van Broeikasgassen te Verminderen, Fraunhofer Institut, Oxford University, University of Antwerp, Ghent University, CEA, Enerdata, IW. <http://mineco.fgov.be/energy>
- Epstein P. (2002) Climate Change and Infectious Disease: Stormy Weather Ahead? *Epidemiology*, Vol. 13 No. 4.
- FOD Leefmilieu (2003) Belgium's Greenhouse Gas Inventory 1990-2001, Brussels, <http://health.fgov.be>
- Harvard Medical School (2003) *Heat Waves Factsheet*, Boston, MA, August 2003, <http://www.med.harvard.edu/chge/bulletin.html>
- IPCC (2001 a) Houghton J., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., van der Linden P. and Xiaosu D. (Eds.) Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of WG I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, UK. pp 944.
- IPCC (2001 b) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability / Climate Change 2001: Mitigation. <http://www.ipcc.ch>
- Martens W.J., A.J. McMichael (eds.) (2002) Environmental Change, Climate and Health, Cambridge University Press.
- NARA (2003) De Bruyn L. Klimaatsveranderingen. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (eds) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.
- SERV (2001) *Proeve van boordtabel Vlaanderen*, Sociaal Economische Raad van Vlaanderen, Brussel.
- Van Damme (2003) Regent het nu meer dan vroeger? Een onderzoek van ruim 100 jaar neerslaggegevens uit Ukkel, *H₂O*, 4/2003, p. 24-27.
- WHO (2003) Health effects of extreme weather events: WHO's early findings to be presented at the World Climate Change Conference, World Health Organization.

Lectoren

- Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
- Bram Claeys, SGS Environmental Services
- Miet D'heer, VMM
- Bert De Wel, Secretariaat MiNa-Raad
- Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie

Nadine Dufait, ANRE, Departement EWBL
Birgit Dumez, Directoraat-generaal, AMINAL
Dirk Gullentops, Figas
Hugo Hens, Departement Burgerlijke Bouwkunde, K.U.Leuven
Jan Kielemoes, VLM
Dirk Knapen, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
Jan Kretzschmar, Vito
Frédéric Lefèvre, BFE
René Meeuwis, Afdeling Natuur, AMINAL
Inneke Peersman, Nuon Belgium
Paul Schreurs, IWT
Marco Sereno, Ecolas nv
An Van de Vel, Agoria Vlaanderen
Els Van den broeck, Tomas Wyns, Afdeling AMINABEL, AMINAL
Bart Van Herbruggen, Transport & Mobility Leuven
Martine Vanderstraeten, DWTC
Steven Vanholme, Natuurpunt vzw
Axel Verachtert, APS, Departement AZF
Hugo Westyn, Electrabel
Peter Wittoeck, DG Leefmilieu, FOD VVVL

2.17 Gebruik van grondstoffen

Joeri Gerlo, Gert Goeminne, Bernard Mazijn, Centrum voor Duurzame Ontwikkeling, UGent

Erika Vander Putten, MIRA, VMM

Grondstoffen zijn nodig voor de productie van goederen en diensten, en vormen zo de ruggengraat van elke economie. Men kan zich echter vragen stellen bij het tempo waarmee en de manier waarop de geïndustrialiseerde wereld grondstoffen aan de natuur onttrekt om aan zijn consumptiegewoontes te voldoen. Bij de ontginning van grondstoffen kan de lokale omgeving immers verontreinigd en aangetast worden. Bovendien komen alle grondstoffen vroeg of laat opnieuw in het milieu terecht in de vorm van afvalstoffen en emissies naar lucht, water en bodem. Ten slotte kan ontginning ook leiden tot uitputting van schaarse voorraden. Daardoor dreigt aan de toekomstige generaties en de ontwikkelingslanden hun rechtmatig aandeel in een aantal schaarse voorraden te worden ontzegd.

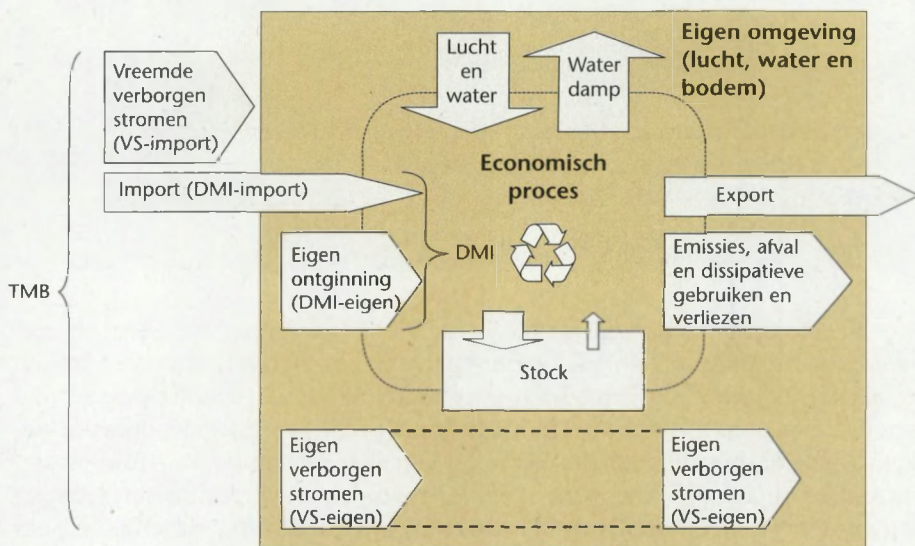
Totale Materialen Behoefte

(..:) Eigen Materialen Consumptie

1 Milieudruk

De indicatoren in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op een eenvoudig milieueconomiemodel waarbij de economie wordt beschouwd als een open systeem binnen het milieu. Figuur 1 geeft een overzicht van de grondstofstromen die in beweging gezet worden door de economie van een regio. De linkerkant van het schema toont de inputzijde van de economie, de rechterkant toont de outputzijde.

Figuur 1: Grondstofstromen die in beweging gezet worden door de economie van een regio



Bron: Matthews *et al.*, 2000.

304

In dit hoofdstuk besteden we vooral aandacht aan de inputzijde van de economie: de Totale Materialen Behoeft (TMB), een maat voor het gebruik van primaire grondstoffen, wordt in detail bekeken. Ook wordt onderzocht hoe dit gebruik van grondstoffen in verhouding staat tot de daarmee gerealiseerde economische welvaart, uitgedrukt als het Bruto Binnenlands Product (BBP). De economie gebruikt de input aan grondstoffen en levert export, emissies en afval als output. Niet-geëxporteerde goederen maken, zolang zij beschikbaar zijn voor de economie, deel uit van de stock. Uiteindelijk worden deze niet-geëxporteerde goederen ofwel geëxporteerd ofwel omgezet in afval en emissies. De emissie- en afvalproblematiek komt in detail aan bod in andere thema's. In dit hoofdstuk wordt wel getracht de evolutie weer te geven van onze productie- en consumptiepatronen met betrekking tot het gebruik van grondstoffen. Dit gebeurt door berekening van de Eigen Materialen Consumptie (EMC), een consumptie-indicator die een maat is voor de hoeveelheid grondstoffen die fysiek in een regio blijft als emissies en afval of in de vorm van infrastructuur en goederen (stock).

De TMB en EMC worden berekend door de massa's van verschillende grondstofstromen op te tellen. Op water en lucht na worden alle primaire grondstoffen meegeteld: energiehoudende en niet-energetische, hernieuwbare en niet-hernieuwbare. Water en lucht worden in TMB-studies niet meegeteld omdat zij het eindresultaat te sterk zouden bepalen. Voor de berekeningswijze van de indicatoren en de databronnen verwijzen we naar het achtergronddocument Gebruik van grondstoffen (www.milieurapport.be/AG).

De hier besproken indicatoren hebben o.a. door hun aard (aggregatie van zeer verschillende grondstofstromen) een belangrijke beperking: het verloop van deze indicatoren wordt grotendeels bepaald door variaties in specifieke grondstofstromen. Het effect van factoren als de efficiëntie van de ontginning, de mate van substitutie van grondstoffen, de mate van hergebruik en recyclage, de efficiëntie van de productie, de levensduur van producten en de consumptiepatronen – factoren waarop het beleid (rechtstreeks) kan inspelen – komt daarentegen onvoldoende tot uiting in het verloop. Om de beleidsrelevantie van het thema te verhogen, zal een onderzoek naar alternatieve en aanvullende indicatoren gebeuren.

— Totale Materialen Behoefte

Aan de inputzijde van een economie onderscheiden we de Directe Materialen Input (DMI) en de Verborgene Stroom (VS) (figuur 1). De DMI omvat alle primaire grondstoffen, zowel eigen ontginning als import, die rechtstreeks worden ingezet in de economie. VS, verbonden aan zowel import als eigen ontginningen, zijn primaire grondstoffen die door de noden van de economie in beweging worden gezet maar niet in het economisch proces ingezet worden. Voorbeelden zijn erosie bij landbouw en grondlagen die afgegraven worden bij ertswinning. De Totale Materialen Behoefte (TMB) van een regio is de som van de DMI en de VS, en omvat dus de totale hoeveelheid primaire grondstoffen die deze regio in beweging zet voor haar economische activiteiten. Elke ontginning die bijdraagt tot het Bruto Binnenlands Product (BBP) van die regio, tot haar economische welvaart dus, wordt meegeteld. De TMB omvat dus ook de grondstoffen nodig voor de productie van exportgoederen.

Tussen 1991 en 2002 schommelde de TMB tussen 110 en 146 ton/inwoner, met een gemiddelde van 763 Mton of 130 ton/inwoner (figuur 2). In 2002 bedroeg de TMB 141 ton/inwoner, dit is een stijging van 9 % ten opzichte van 2001. De TMB van Vlaanderen is beduidend hoger dan de TMB van de EU-15 (51 ton/inwoner in 1997) (Moll *et al.*, 2003), Japan (45 ton/inwoner in 1994) en de Verenigde Staten (84 ton/inwoner in 1994) (Bringezu & Schütz, 2001), hoewel het BBP per inwoner van deze regio's niet meer dan 10 % verschilt. Twee factoren kunnen de hoge TMB van Vlaanderen verklaren. Ten eerste is de Vlaamse economie, door de aanwezigheid van de internationale havens van Antwerpen en Zeebrugge, sterk exportgericht. Een groot deel van de TMB van Vlaanderen is dus uiteindelijk bestemd voor andere Europese landen. Ten tweede verwerkt de Vlaamse economie een aantal grondstoffen waaraan hoge VS geassocieerd zijn, zoals metalen en diamant. De VS verbonden aan de ontginning van diamant zijn goed voor 19 % van de totale TMB, deze verbonden aan metalen zijn verantwoordelijk voor 27 %.

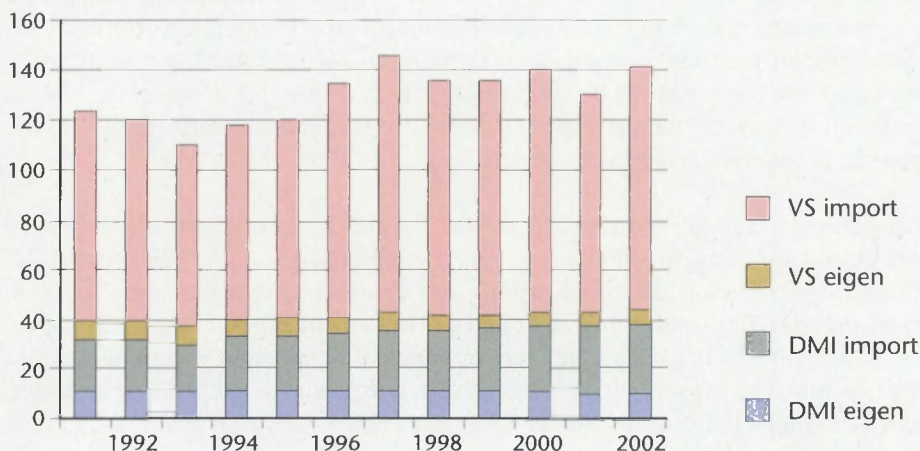
Doordat Vlaanderen weinig natuurlijke rijkdommen heeft, wordt slechts een klein deel (gemiddeld 14 %) van de TMB ingevuld door eigen ontginningen (DMI-eigen) en de hieraan gekoppelde VS (VS-eigen). Dit aandeel viel onder invloed van een verminderde baggeractiviteit terug van 15 % in 1991 tot 12 % in 2002. Het gaat hier om biomassa (gemiddeld 35 %), mineralen (31 %) en de ver-

borgen stroom uitgraving voor infrastructuur- en baggerwerken (34 %). De overige 86 % van de TMB bestaat uit import (DMI-import) en de hiermee geassocieerde VS (VS-import). Vooral metalen (gemiddeld 34 %), mineralen (28 %), fossiele grondstoffen (18 %) en biomassa (18 %) zijn hierin van belang. Ter vergelijking: in de EU bedraagt het aandeel van eigen grondstofstromen gemiddeld 65 % (Moll *et al.*, 2003).

Gemiddeld wordt slechts 27 % van de TMB rechtstreeks ingezet in de economie (DMI-eigen + DMI-import), de overige 73 % zijn VS (VS-eigen + VS-import). Het aandeel VS geassocieerd met import is aanzienlijk hoger dan dat verbonden aan eigen ontginningen. De TMB-eigen bestaat voor gemiddeld 38 % uit VS, hoofdzakelijk afkomstig van baggerwerken (51 %) en infrastructuurwerken (39 %). De TMB-import daarentegen bestaat voor gemiddeld 79 % uit VS. Deze VS zijn geassocieerd met de ontginning van metalen (40 %), mineralen (31 %), biomassa (18 %) en fossiele brandstoffen (11 %).

Figuur 2: Evolutie Totale Materialen Behoefte (TMB) per inwoner (Vlaanderen, 1991-2002)

TMB per inwoner (ton)



De TMB-waarden verschillen van deze in MIRA-T 2002. De reden hiervoor is dat nieuwe gegevens voor bevolkingsaantal, BBP en import gebruikt werden.

Bron: berekeningen CDO, UGent, op basis van verzamelde gegevens.

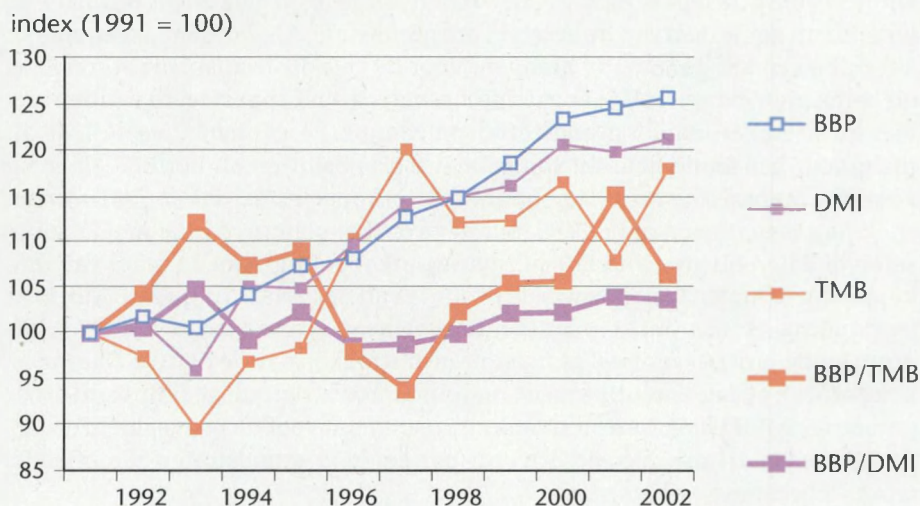
Om de draagkracht van het milieu niet in het gedrang te brengen, zeker met het oog op een wereldwijde verspreiding van de welvaart, wordt reeds lang gepleit (o.a. V.N. Conferentie inzake Milieu & Ontwikkeling, 1992) voor de ontkoppeling van de economische groei en het gebruik van primaire grondstoffen. Het loskoppelen van economische groei en gebruik van natuurlijke rijkdommen is een van de doelstellingen van de Europese strategie voor duurzame ontwikkeling (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2001). Op Vlaams niveau stelt het Pact van Vilvoorde 'een verregaande ontkoppeling tussen economische

groei en milieu-impact, materiaal- en energiegebruik' als doelstelling voorop voor 2010 (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2003). Eerder werden begrippen als 'factor 4' en 'factor 10' ingevoerd (von Weizsäcker *et al.*, 1998). Deze begrippen stellen dat het nodig is om de wereldwijde materiaalproductiviteit te verviervoudigen tegen 2020 en te vertienvoudigen tegen 2050, om heel de wereld een gelijk deel van de beschikbare grondstoffen te kunnen geven zonder het milieu in het gedrang te brengen. Voor de geïndustrialiseerde wereld zou dit betekenen dat een zelfde economische welvaart moet gecreëerd worden met vier tot tien keer minder grondstoffen en energie. Beschouwen we de TMB als maat voor het totale gebruik aan primaire grondstoffen en het BBP als maat voor de economische groei, dan houdt het 'loskoppelen' in dat de TMB minder snel mag toenemen dan het BBP (relatieve ontkoppeling) of zelfs moet stabiliseren of dalen bij groeiend BBP (absolute ontkoppeling). Om de mate van ontkoppeling te meten, bekijken we de evolutie van de verhouding BBP/TMB. Deze verhouding is een maat voor de hoeveelheid economische welvaart die gecreëerd wordt per eenheid grondstoffen onttrokken aan de natuur. Daarnaast bekijken we ook de evolutie van de materiaalproductiviteit, gedefinieerd als de verhouding BBP/DMI. Deze verhouding is een maat voor de hoeveelheid economische welvaart die gecreëerd wordt per eenheid grondstoffen die effectief wordt ingezet in de economie.

In Vlaanderen was er over de periode 1997-2001 een relatieve ontkoppeling tussen de DMI en het BBP, wat resulteerde in een continue toename van de materiaalproductiviteit (figuur 3). In 1995 en 2001 kon men zelfs spreken van een tijdelijke absolute ontkoppeling. Van een aanhoudende absolute ontkoppeling is echter nog geen sprake. In 2002 nam de materiaalproductiviteit immers niet verder toe: het BBP steeg voor het eerst in zes jaar trager dan de DMI (0,9 % versus 1,2 %). De daling van de DMI in 2001 blijkt voor een groot deel te wijten aan een opmerkelijke daling in de ontginning van een aantal eigen mineralen. De absolute ontkoppeling in 2001 lijkt dus een gevolg te zijn van de variabiliteit van een aantal belangrijke grondstofstromen, eerder dan een aanzet tot aanhoudende ontkoppeling. Ook een wijzigende economische conjunctuur, zoals de economische recessie in 1993, heeft een invloed op het gebruik van grondstoffen en dus ook op de DMI.

De verhouding BBP/TMB loopt grotendeels parallel met de materiaalproductiviteit. Uitzonderingen zijn 1996-1997 en 2001. Het dal van 1997 en de piek van 2001 zijn het gevolg van fluctuaties in de import van diamant, zilver, titaan en kostbare metalen. Dit zijn grondstoffen waaraan grote verborgen stromen verbonden zijn. Hierdoor hebben kleine variaties in import een grote invloed op de TMB. Door het in rekening brengen van VS is de BBP/TMB dus nog sterker dan de materiaalproductiviteit afhankelijk van de veranderlijkheid van enkele specifieke grondstofstromen.

Figuur 3: Evolutie BBP Vlaanderen (tegen marktprijzen, in prijzen van 1990), TMB, DMI, BBP/TMB en BBP/DMI (materiaalproductiviteit), (Vlaanderen, 1991- 2002)



In tegenstelling tot voorgaande jaren wordt de materiaalproductiviteit niet gedefinieerd als de verhouding BBP/TMB, maar wel als BBP/DMI. Dit gebeurt in navolging van de evolutie in o.a. de Europese rapportering.

Bron: APS en berekeningen CDO, UGent, op basis van verzamelde gegevens.

Om een verregaande, blijvende ontkoppeling te bewerkstelligen, moeten er veranderingen komen in zowel volume als samenstelling van de vereiste grondstofstromen. Zo dient er gezocht naar alternatieven voor grondstofstromen met grote VS en dient er – door middel van sociale, economische en institutionele veranderingen – werk gemaakt van een transitie naar een verregaande kringloopeconomie. Hiervoor is er nood aan een geïntegreerd productbeleid dat, veel meer dan de bestaande regelgevingen (milieutaksen, 1993; milieukeur, 1994; productnormen, 1998), rekening houdt met ecologische, economische en sociale overwegingen gedurende de gehele levenscyclus van een product. Alle Vlaamse instanties (buitenlandse handel, ontwikkelings-samenwerking, buitenlands beleid, wetenschaps- en innovatiebeleid ...) kunnen hierbij een rol spelen. Zo kunnen een Vlaams technologisch innovatiebeleid gericht op product- en procesinnovatie en een economisch beleid gericht op internalisering van de milieuschadetekosten in de prijzen elkaar ondersteunen. Verder lijkt technologische innovatie zeker een directe impact te kunnen hebben in de Derde Wereld, waar ze door overdracht van bestaande kennis en technologie op korte termijn ingang kan vinden. Technologieoverdracht aan handelspartners zou bv. een grote bijdrage kunnen leveren tot de inperking van VS uit import, die een groot deel uitmaken van de TMB.

Ter ondersteuning van een geïntegreerd grondstoffenbeleid dient verder gewerkt aan de ontwikkeling van criteria die toelaten de sociale en ecologische

effecten van grondstoffengebruik te beoordelen. Ook het opstellen van een grondstoffendatabank voor Vlaanderen is wenselijk. De voorgaande jaren is immers gebleken dat niet alle grondstofstromen op een systematische manier worden geïnventariseerd. Verder kan er een aanvang genomen worden met het zetten van minder vrijblijvende kwalitatieve en vooral kwantitatieve doelen. Op internationaal vlak kunnen de Vlaamse instanties hierbij een voortrekkersrol spelen, bv. ter voorbereiding van de EU-strategie inzake het duurzaam gebruik van natuurlijke rijkdommen.

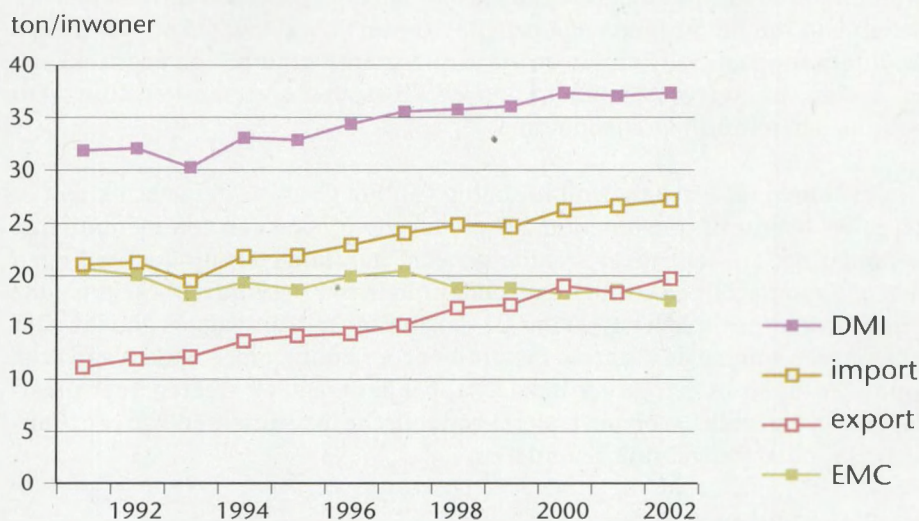
Om te komen tot een aanzienlijke daling van het grondstoffengebruik lijkt er bij zowel overheid, consumenten als producenten nood aan een mentaliteitsverandering. Er dient meer waarde gehecht aan langetermijndoelstellingen met oog voor sociale en ecologische solidariteit in tijd en ruimte. Door herhaalde intensieve informatieverstrekking en sensibiliseringscampagnes gericht naar alle actoren zouden de Vlaamse instanties actief kunnen meewerken aan deze verandering en zo een groter maatschappelijk draagvlak creëren voor maatregelen (o.a. ecotaks, ecoboni, andere economische instrumenten) die een duurzaam grondstoffengebruik bevorderen.

— Eigen Materialen Consumptie

Export omvat dat deel van de output van een economisch proces dat als input in een ander economisch proces terechtkomt (figuur 1). De input van materialen in een economisch proces (Directe Materialen Input: DMI), verminderd met de export, wordt beschouwd als consumptie van het economisch systeem en aangeduid als Eigen Materialen Consumptie (EMC) (Schütz & Streurer, 2001). Deze indicator geeft dus een beeld van de hoeveelheid grondstoffen die fysiek in een regio blijft als emissies en afval of in de vorm van infrastructuur en goederen.

De EMC schommelde tussen 20,7 ton/inwoner in 1991 en 17,6 ton/inwoner in 2002 (figuur 4). De EMC in 2000 (18,3 ton/inwoner) is vergelijkbaar met de EMC die Eurostat berekende voor België en Luxemburg samen (16,6 ton/inwoner) en voor de EU-15 (15,6 ton/inwoner) (Eurostat, 2002). Uiterste waarden binnen de EU-15 worden gevonden voor Italië en Finland met een EMC van respectievelijk 12,1 en 33,6 ton/inwoner.

Figuur 4: Evolutie Eigen Materialen Consumptie (EMC), DMI, import en export per inwoner (Vlaanderen, 1991-2002)



Bron: NBB en berekeningen CDO, UGent, op basis van verzamelde gegevens.

Het verloop van de EMC lijkt, net als het verloop van de Totale Materialen Behoeft (TMB) en DMI, grotendeels toe te schrijven aan schommelingen in specifieke grondstofstromen. Het is echter moeilijk een analyse per productklasse te maken, omdat grondstoffen gedurende het economisch proces van productklasse kunnen veranderen. Daarnaast wordt een verklaring van het verloop bemoeilijkt door een niet in rekening te brengen tijdsverschil tussen moment van import en export van de materialen. Er dient nog opgemerkt dat een daling van de EMC niet noodzakelijk gepaard gaat met een daling van de consumptie. Een economie die steeds meer afgewerkte producten binnenhaalt ten koste van eigen productie kan ook een dalende EMC vertonen. Bij import van afgewerkte producten zitten het afval en de emissies die vrijkomen tijdens het productieproces immers niet vervat in de EMC.

Maatregelen die kunnen bijdragen tot een daling van de EMC werden besproken bij de indicator Totale Materialen Behoeft.



Meer informatie in het achtergronddocument Gebruik van grondstoffen op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Bringezu S., Schütz H. (2001) Total Material Requirement of the European Union – Technical Reports N° 55 en 56, EEA, Copenhagen.
- Commissie van de Europese Gemeenschappen (2001) Strategie inzake duurzame ontwikkeling, COM(2001)264, Brussel.
- Eurostat (2002) Material Use in the European Union 1980-2000: Indicators and Analysis, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- Matthews E., Amann C., Bringezu S., Fischer-Kowalski M., Hüttler W., Kleijn R., Moriguchi Y., Ottke C., Rodenburg E., Rogich D., Schandl H., Schütz H., van der Voet E., Weisz H. (2000) The Weight of Nations: Material outflows from industrial economies, World Resource Institute, Washington.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2003) Het pact van Vilvoorde in concrete cijfers (versie 31 januari 2003), Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel.
- Moll S., Bringezu S., Schütz H. (2003) Zero Study: Resource Use in European Countries, European Topic Centre on Waste and Material Flows, Copenhagen.
- Schütz H., Streurer A. (2001) Economy-wide material flow accounts and derived indicators – A methodological guide, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- V.N. Conferentie inzake Milieu & Ontwikkeling, Rio de Janeiro (1992) Verklaring van Rio & AGENDA 21: Nederlandse vertaling, juni 1993, ministeries van VROM en Buitenlandse Zaken/DGIS, Nederland,
<http://www.ddh.nl/agenda21/riooverklaring/ho5.html>
- von Weizsäcker E., Lovins A. B., Lovins L. H. (1998) Factor Four – Doubling Wealth, Halving Resource Use, Earthscan Publications Ltd, London.

Lectoren

- Luc De Bock, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
- Peter De Bruyne, Walter Tempst, OVAM
- Jo Dewulf, Vakgroep Organische Chemie, UGent
- Myriam Dumortier, IN
- Geert Fremout, VODO vzw
- Luc Goeteyn, Secretariaat MiNa-Raad
- Maja Mampaey, Directoraat-generaal, AMINAL
- André Poffijn, FANC
- Jos Schoofs, POD Duurzame Ontwikkeling
- Patrick Van den Bossche, Agoria Metalen & Materialen
- Paul Van der Sluys, VLM
- Saar Van Hauwermeiren, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Paul Van Huffel, Afdeling Water, AMINAL
- Hugo Westyn, Electrabel
- Anne-France Woestyn, DG Leefmilieu, FOD VVVL

2.18 Beheer van afvalstoffen

Luk Umans, Afvalstoffenbeheer, OVAM

Erika Vander Putten, MIRA, VMM

Productie van afval betekent verlies van grondstoffen en energie. De opslag, het transport en de verwerking van afval gaan bovendien gepaard met aantasting en verontreiniging van het milieu. Om deze milieuverstoringen te beperken, moet afval zoveel mogelijk worden voorkomen en zo milieuvriendelijk mogelijk worden beheerd. Hierbij wordt de verwerkingshiërarchie, beter bekend als de ladder van Lansink, gevolgd. In deze hiërarchie genieten achtereenvolgens hergebruik, recyclage en composteren, verbranden met energierecuperatie, verbranden zonder energierecuperatie en ten slotte storten de voorkeur. Om redenen van hygiëne, veiligheid, beperkt risico en volksgezondheid wordt soms van deze volgorde afgeweken.

313

Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval



Totaal



Terminaal te verwijderen

Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval per fractie



Selectieve inzamelgraad



Totale hoeveelheid van de fracties



Hoeveelheid bedrijfsafval



Hoeveelheid gestort bedrijfsafval

1 Milieudruk

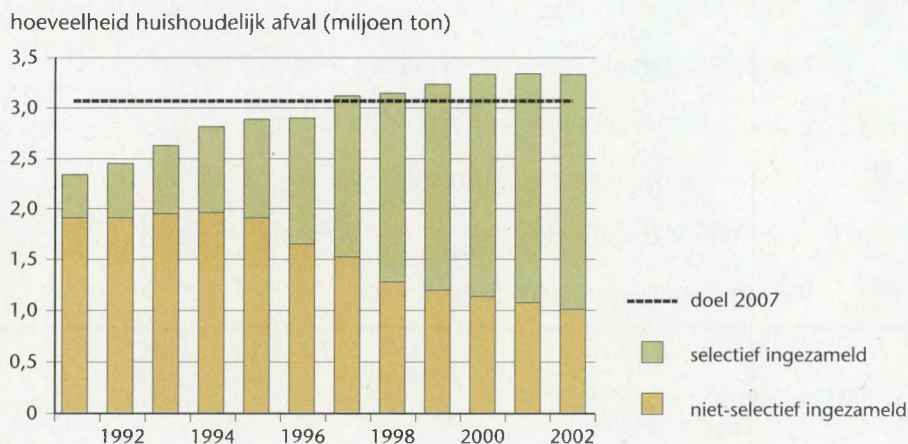
— Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval

Het aanbod huishoudelijk afval vertegenwoordigt ongeveer 10 % van de totale hoeveelheid afval, en 15 % van het primair geproduceerd afval. In 2002 is de huishoudelijke afvalberg, voor het eerst sinds 1991, gestopt met groeien (figuur 1). Dat jaar werd 3 331 kton (556 kg/inwoner) ingezameld. Dit is ongeveer

7 kton (3 kg/inwoner) minder dan in 2001. De volgende jaren zal blijken of het hier gaat om een trendbreuk en of de doelstelling, een aanbod van 3 059 kton in 2007 (Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 2003-2007, OVAM, 2003 a) zal gehaald worden. In 2002 is ook de hoeveelheid huishoudelijk afval per consumptie-eenheid gedaald (1.1 Bevolking).

Daarnaast sorteert de bevolking alsmaar beter: het aandeel selectief ingezameld afval steeg van 67,7 % in 2001 naar 69,5 % in 2002. De doelstelling van 69 % selectieve inzameling in 2007 (OVAM, 2003 a) is dus al gehaald. Het selectief ingezameld afval gaat nagenoeg volledig naar hergebruik of wordt gerecycleerd of gecomposteerd. Het niet-selectief ingezameld afval, ook wel terminaal te verwijderen afval genoemd, wordt verbrand of gestort. De hoeveelheid terminaal te verwijderen afval daalde continu sinds 1995. In 2002 werd gemiddeld 169 kg/inwoner ingezameld. Dit is 11 kg/inwoner minder dan in 2001. Indien deze trend zich doorzet, lijkt de globale doelstelling van 150 kg/inwoner voor Vlaanderen in 2007 haalbaar (OVAM, 2003 a). In 128 van de 308 gemeenten wordt nu al minder dan 150 kg/inwoner terminaal te verwijderen afval opgehaald. Bij de verwerking van het niet-selectief ingezameld afval nam het belang van verbranden ten opzichte van storten nog toe. In 2002 werd 85,5 % verbrand en 14,5 % gestort, terwijl in 2001 nog 20,3 % gestort werd en 79,7 % verbrand. Dit is o.a. te danken aan een verhoogde verbrandingscapaciteit (de derde lijn van de thermische verwerkingsinstallatie van Indaver op de site Doel is midden 2001 opgestart).

Figuur 1: Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval, opgesplitst in selectief ingezameld en niet-selectief ingezameld (terminaal te verwijderen) afval (Vlaanderen, 1991-2002)



Bron: OVAM.

Hoe kunnen deze evoluties nu verklaard worden? De daling van het aanbod huishoudelijk afval per inwoner en per consumptie-eenheid kan erop wijzen dat het preventiebeleid vruchten begint af te werpen. Acties uit het Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen die sturend zijn voor dit effect zijn o.a. de gedifferentieerde tarifiering (diftar) voor selectieve stromen (zoals groenten-, fruit- en tuinafval – GFT – en groenafval) waarbij het principe ‘de vervuiler betaalt’ centraal staat, het ondersteunen van kringloopcentra (met een effect op afgedankte elektrische en elektronische apparaten – AEEA), de implementatie van preventieplannen van de verpakingsverantwoordelijken, en het ondersteunen van individuele preventieprojecten op het niveau van gemeenten of intercommunales. Huishoudelijk afval omvat ook een deel van het met huishoudelijk afval vergelijkbaar bedrijfsafval. In sommige gemeenten wordt dit vergelijkbaar bedrijfsafval afzonderlijk ingezameld of apart geregistreerd door het gebruik van anders gekleurde bedrijfsafvalzakken. Deze afzonderlijke ophaling en registratie zorgt ook voor een daling van de hoeveelheid huishoudelijk afval. Voor GFT en bouw- en sloopafval zien we duidelijk de effecten van de hoeveelheidsbeperking of de contantbelastingen die de gemeenten ingesteld hebben op de aangeboden hoeveelheden. Campagnes rond thuiscomposteren droegen ook bij tot de vermindering van het aanbod GFT. Bovendien is de economische waarde van papierafval positief geworden. Daardoor wordt dit afval vaak niet meer via het gemeentelijk inzamelcircuit ingezameld maar via individuele ophalers, en zit het niet meer in de cijfers voor huishoudelijk afval.

Het succes van de selectieve inzameling is o.a. te danken aan het Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 1997-2001 dat verlengd werd tot eind 2002. Dankzij dit plan werd in een toenemend aantal gemeenten de selectieve inzameling geoptimaliseerd. Enkele voorbeelden van deze optimalisatie zijn de doorgedreven huis-aan-huisinzameling, het toenemend aantal containerparken, het diftarsysteem voor het ophalen en verwerken van huishoudelijk afval en het hoge tarief voor storten en verbranden. Ook de gemeentelijke milieuconvenant en de verder doorgedreven selectieve inzameling van verpakingsafval in samenwerking met FOST Plus zetten de gezinnen aan tot sorteren. De selectieve inhaalgraad nam het sterkst toe bij groenafval, papier- en kartonafval en bouw- en sloopafval (zie Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval per fractie). Met het operationeel worden van de selectieve inzameling van AEEA onder impuls van Recupel werd invulling gegeven aan de aanvaardingsplicht voor AEEA. De daling van de hoeveelheid terminaal te verwijderen afval is te danken aan de hoger vermelde initiatieven ter bevordering van preventie en selectieve inzameling. De volgende jaren zal de klemtoon van het beleid liggen op preventie, kwalitatieve verbetering van de selectieve inzameling en beperking van het storten tot het milieuverantwoord storten van niet recupereerbare en niet brandbare afvalstoffen.

In vergelijking met West-Europa doet Vlaanderen het helemaal niet slecht. Om de hoeveelheid huishoudelijk afval van Vlaanderen te vergelijken met deze van West-Europa moet het bouw- en sloopafval van de gezinnen (83 kg/inwoner) buiten beschouwing gelaten worden. De resterende 472 kg/inwoner ligt beneden het West-Europese gemiddelde van ongeveer 550 kg/inwoner (EEA, 2003).

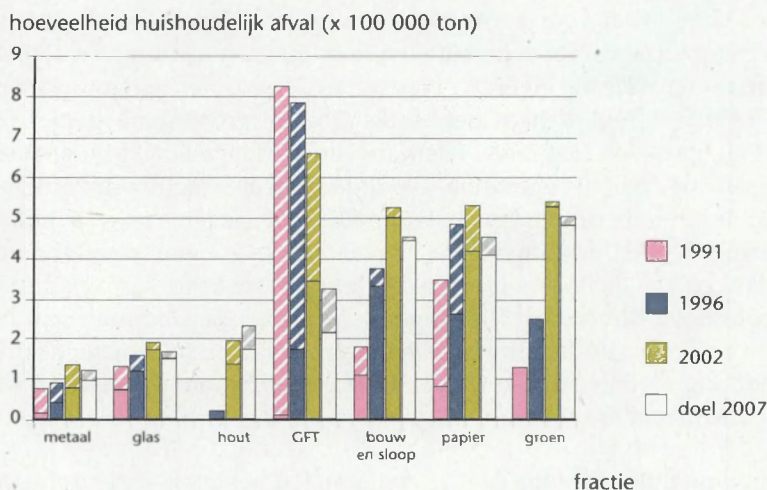
Wat verwerking betreft, scoort Vlaanderen met respectievelijk 4,4 % storten en 26 % verbranden ook beduidend beter dan West-Europa waar ongeveer 63 % gestort en 18 % verbrand wordt (EEA, 2003).

— Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval per fractie

Figuur 2 toont de evolutie van de belangrijkste selectief ingezamelde afvalfracties ten opzichte van het totaal aanbod (selectief + niet-selectief ingezameld) van deze fracties. Het Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 2003-2007 (OVAM, 2003 a) vermeldt voor deze fracties 2 soorten doelstellingen. De eerste reeks doelstellingen slaat op de selectieve inzamelgraad: tegen 2007 moet van elke fractie een vooraf vastgesteld aandeel selectief ingezameld worden. De tweede reeks doelstellingen legt vast hoeveel er in 2007 van elke fractie (selectief + niet-selectief) mag ingezameld worden.

De selectieve inzamelgraad nam continu toe voor alle fracties. In 2002 werden de doelstellingen voor selectieve inzameling al gehaald voor glasafval (selectieve inzameling: 90 %; doelstelling: 89 %) en groenafval (98 %; 96 %), en bijna gehaald voor houtafval (70 %; 75 %) en bouw- en sloopafval (94 %; 98 %). Voor metaalafval (65 %; 77 %), groenten-, fruit- en tuinafval (GFT; 52 %; 66 %) en papierafval (79 %; 90 %) zijn nog inspanningen nodig. Maatregelen die bijdroegen tot het succes van de selectieve inzameling zijn besproken bij de indicator Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval.

Figuur 2: Aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval voor de belangrijkste fracties, opgesplitst in selectief ingezameld en niet-selectief ingezameld afval (Vlaanderen, 1991, 1996, 2002)



De gearceerde blokken stellen het niet-selectief ingezamelde deel van de verschillende fracties voor.

Bron: OVAM.

Met de selectieve inzameling gaat het dus de goede richting uit. Het totale aanbod van elke fractie, met uitzondering van GFT, nam echter toe tussen 1991 en 2002 (figuur 2). De voornaamste reden hiervoor is het aanzuigefect dat ontstaat door een uitgebreid netwerk van selectieve inzameling: zo'n uitgebreid netwerk kan ervoor zorgen dat minder aandacht besteed wordt aan afvalpreventie. Enkel voor houtafval lag het aanbod in 2002 lager dan de doelstelling voor 2007. Om de preventiedoelstellingen te halen, moet het aanbod van de verschillende fracties dus dalen. Terwijl in het vorige uitvoeringsplan veel aandacht ging naar het behalen van de inzameldoelstellingen, wordt in het huidige uitvoeringsplan de nadruk gelegd op preventie-initiatieven. Zo is er een reeks initiatieven gepland om het aanbod GFT en groenafval te verminderen, o.a. door thuiscomposteren. In gemeenten waar GFT of groenafval wordt ingezameld zal bv. een vorm van diftar (gedifferentieerde tarifiering) ingevoerd worden. Dit houdt in dat moet betaald worden per volume of gewicht afval. Andere acties die in de lopende planperiode tot een vermindering van het organisch afval moeten leiden, zijn het verder opleiden van compostmeesters, projecten met kippen die thuis het organisch afval 'verwerken', mediacampagnes rond afvalpreventie en selectieve inzameling, promoten van afvalarm tuinieren via tuinarchitecten en tuincentra ... Maatregelen om de hoeveelheid papier- en kartonafval te doen dalen, zijn het aanbieden van antireclamestickers, het promoten van de Robinsonlijst die het mogelijk maakt om geen geadresseerd reclamedrukwerk te ontvangen, het stimuleren van duurzame producten ... Gemeenten zullen ook kunnen overstappen van een tweewekelijkse naar een maandelijkse ophaling van selectieve fracties zoals PMD (plastiek-, metaal- en drankverpakkingen). Projecten om de haalbaarheid hiervan te onderzoeken zijn opgestart. De vermindering van de inzamelfrequentie zou de consumenten ertoe moeten aanzetten om producten met minder verpakking te kopen. Afvalpreventie zal ook gestimuleerd worden via educatie- en sensibiliseringsprojecten in sociaal-culturele verenigingen, op scholen of op evenementen. Kringloopcentra zullen een belangrijke rol blijven spelen bij het bevorderen van hergebruik.

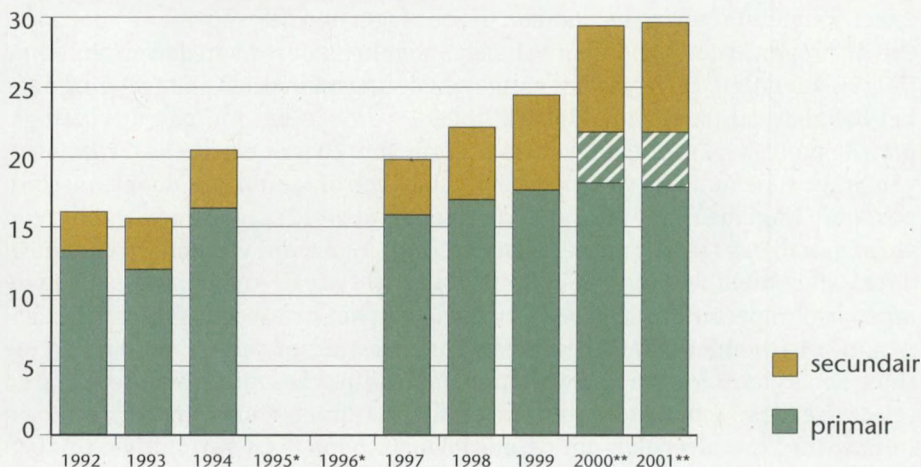
Instrumenten om dit geheel in goede banen te leiden, zijn milieubeleidovereenkomsten en aanvaardingsplichten met het oog op producentenverantwoordelijkheid, stort- en verbrandingsverboden, heffingen in functie van maximale recyclage ... Inzake verpakkingsafval stelt het uitvoeringsplan dat een goede afstemming tussen ecoboni, ecoheffingen, statiegeldsystemen en retourpremies noodzakelijk is.

— Hoeveelheid bedrijfsafval

In 2001 werd 29,6 miljoen ton bedrijfsafval geproduceerd waarvan 21,8 miljoen ton (73,5 %) primair en 7,8 miljoen ton (26,5 %) secundair geproduceerd afval is (figuur 3). Primair afval ontstaat op het moment dat een product voor het eerst afval wordt, namelijk bij de eerste producent. Secundair afval is het afval van afvalverwerkende bedrijven (1.6 | Handel & diensten). 64 % van het primair geproduceerd bedrijfsafval is afkomstig van de industrie, 29 % van handel & diensten en 6 % van de energiesector. Een minimale hoeveelheid komt van o.a. de landbouw.

Figuur 3: Hoeveelheid bedrijfsafval, opgesplitst in primair en secundair geproduceerd afval (Vlaanderen, 1992-2001)

hoeveelheid bedrijfsafval (miljoen ton)



* Voor 1995 en 1996 zijn geen gegevens beschikbaar.

** Sinds 2000 werden bijkomende deelsectoren in rekening gebracht. De afvalproductie van deze sectoren is voorgesteld als een gearceerd blokje.

Bron: OVAM.

Voor een beperkt aantal sectoren, voornamelijk uit handel & diensten, zijn pas sinds 2000 voldoende basisgegevens beschikbaar om de afvalproductie te bepalen. In 2001 produceerden deze sectoren 3,9 miljoen ton primair afval (figuur 3). Voor het grootste deel van de sectoren zijn gegevens beschikbaar vanaf 1992. De hoeveelheid primair afval van deze sectoren nam toe van 12,8 miljoen ton in 1992 tot 18,1 miljoen ton in 2000. In 2001 was er een lichte daling tot 17,8 miljoen ton (-1,7 %). Of het hier om een reële daling in de hoeveelheid bedrijfsafval dan wel om een statistische variatie van de basisgegevens gaat, zal de toekomst moeten uitwijzen. De belangrijkste redenen voor de toename van de hoeveelheid primair afval in de jaren '90 zijn, naast de economische ontwikkelingen (hoogconjunctuur, dus hoge productie van goederen en bijgevolg ook van afval), een betere en vollediger melding van afvalstoffen aan OVAM, de verplichting om bepaalde afvalstromen selectief in te zamelen en nuttig toe te passen en een goed georganiseerd aanbod van ophalers en verwerkers. Specifiek voor de toename van rioolwaterzuiveringsslib kan gewezen worden op het uitgebreide netwerk van rioolwaterzuiveringsinstallaties dat in de jaren '90 werd uitgebouwd (OVAM, 2003 b). Momenteel is er nog geen ontkoppeling tussen economische groei en productie van primair afval: de productie van primair afval houdt min of meer gelijke tred met het Bruto Binnenlands Product (BBP) van Vlaanderen.

De doelstellingen van het beleid zijn om tegen 2007 de hoeveelheid primair bedrijfsafval te verminderen en los te koppelen van de economische groei t.o.v. 2002 (MINA-plan 3, 2003-2007). Initiatieven om deze doelstellingen te bereiken,

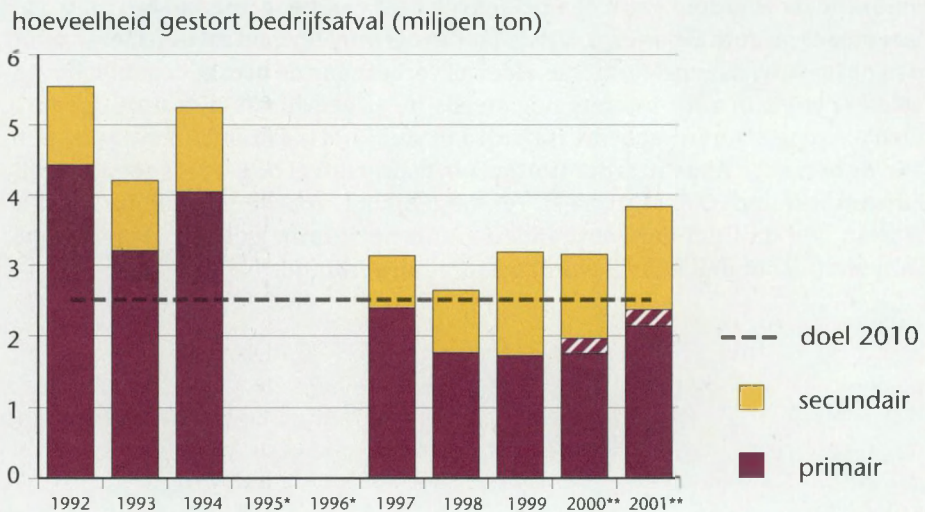
zijn de organisatie van de terugname van verpakkingen (Val-I-Pac), de stimulering van een beter sorteergedrag (door stort- en verbrandingsverboden en heffingen), aanvaardingsplichten, het MAMBO-softwarepakket (Minder Afval, Meer BedrijfsOpbrengst) en de PRESTI-projecten (PREventieSTimulerende programma's). De PRESTI-projecten trachten via informatieverstrekking, subsidies en demonstraties, verschillende bedrijfssectoren aan te zetten tot afvalpreventie. MAMBO wil bedrijven attent maken op de werkelijke kosten die afval meebrengt. Andere maatregelen zijn opgenomen bij de indicator Hoeveelheid gestort bedrijfsafval. Om de hoeveelheid bouw- en sloofafval (26 % van het bedrijfsafval) te verminderen werkte OVAM een aantal preventiehandleidingen voor de bouw en aanverwante sectoren uit, samen met voorlichtingsbrochures voor architecten en aannemers.

In 2001 werd er 1 180 kton gevaarlijk bedrijfsafval geproduceerd. Dit is 4 % van de totale hoeveelheid bedrijfsafval in Vlaanderen. 45 % hiervan is secundair afval. Het gaat voornamelijk om slakken en assen ontstaan bij afvalverbranding en afval geproduceerd bij de fysicochemische behandeling van ander afval.

— Hoeveelheid gestort bedrijfsafval

De hoeveelheid gestort bedrijfsafval is teruggedrongen van gemiddeld 5 miljoen ton over de periode 1992-1994 tot gemiddeld 3,2 miljoen ton over de periode 1997-2001 (figuur 4). Deze daling kan gedeeltelijk verklaard worden door het stopzetten van enkele activiteiten die typische te storten afvalstromen met zich meebrachten, namelijk de steenkoolmijnen en de gipsproductie.

Figuur 4: Hoeveelheid gestort bedrijfsafval, opgesplitst in primair en secundair geproduceerd afval (Vlaanderen, 1992-2001)



* Voor 1995 en 1996 zijn geen gegevens beschikbaar.

** Sinds 2000 werden bijkomende deelsectoren in rekening gebracht. De gestorte afvalproductie van deze sectoren is voorgesteld als een gearceerd blokje.

Bron: OVAM.

Tussen 1997 en 2000 bleef de hoeveelheid gestort bedrijfsafval min of meer constant, met een gemiddelde van 3 miljoen ton. In 2001 werd 3,8 miljoen ton (13 % van het bedrijfsafval) gestort. Dit is 0,7 miljoen ton meer dan het jaar voordien. De afbouw van storten begin de jaren '90 ging gepaard met een toename van recyclage. In 2001 werd 8,4 miljoen ton (28 % van het bedrijfsafval) gerecycleerd en 5,6 miljoen ton (19 %) gebruikt als secundaire grondstof. Er moet wel het nodige voorbehoud gemaakt worden bij de interpretatie van deze percentages, omdat het onderscheid tussen recycleren en conditioneren in de praktijk niet altijd even duidelijk is.

In het 6^e Milieuactieprogramma van de Europese Gemeenschap voor 2001-2010 is opgenomen dat de hoeveelheid definitief te verwijderen bedrijfsafval in 2010 minstens 20 % lager moet liggen dan in 2000. Voor Vlaanderen is dit vertaald in het verminderen van het storten (MINA-plan 3). Dit betekent dat in 2010 maar 2,5 miljoen ton bedrijfsafval meer mag gestort worden (figuur 4). Om deze doelstelling te halen, wordt geopteerd voor het strikter toepassen van de stort- en verbrandingsverboden, een planmatige aanpak van de stort- en verbrandingscapaciteit, onderzoek naar de mogelijkheden voor alternatieve verwerking (bv. vergisten), Best Beschikbare Technieken (BBT) toepassen bij het verlenen van vergunningen, PRESTI en MAMBO, het exportverbod voor te verwijderen afval, de aanvaardingsplichten en de wet op de ecotaks. Sinds 1 januari 2003 is er ook een verhoogde heffing voor de restfractie die de sorteerinrichting (zelfs buiten het Vlaamse gewest) verlaat om uiteindelijk gestort of verbrand te worden. Een van de redenen waarom zoveel bedrijfsafval wordt gestort, was immers het lage storttarief voor recyclageresidu's. Door gemengd, ongesorteerd bedrijfsafval langs een sorteerinrichting te laten passeren, kon het afval aan een verlaagd heffingstarief gestort worden, ondanks het feit dat het gemengd afval dikwijls nog brandbare materialen bevatte. Deze oplossing was vaak goedkoper dan verbranden. Hierdoor werd een belangrijk deel van het gemengd bedrijfsafval nog steeds gestort. Belangrijk is ook dat het heffingenbeleid zal afgestemd worden op de verwerkingshiërarchie. Hoewel verbranden de voorkeur geniet boven storten, werd in 2001 immers nog steeds meer bedrijfsafval gestort (3,8 miljoen ton of 12,8 % van het bedrijfsafval) dan verbrand (1,4 miljoen ton of 5 %). Een van de oorzaken hiervan is dat storten van bedrijfsafval nog steeds goedkoper is dan verbranden (OVAM, 2003 c). Ter vergelijking: voor huishoudelijk afval is storten wel duurder dan verbranden en dit heeft ertoe geleid dat sinds 1998 minder huishoudelijk afval wordt gestort dan verbrand.



Meer informatie in het achtergronddocument Beheer van afvalstoffen op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- EEA (2003) Europe's environment: the third assessment, EEA, Copenhagen.
- OVAM (2003 a) Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 2003-2007, OVAM, Mechelen.
- OVAM (2003 b) Bedrijfsafvalstoffen: cijfers en trends voor productie, verwerking, invoer en uitvoer, OVAM, Mechelen.
- OVAM (2003 c) Tarieven en capaciteiten voor storten en verbranden, actualisatie tot 2001, evolutie en prognose, OVAM, Mechelen.

Lectoren

- Jos Artois, Indaver nv
- Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
- Luc De Bock, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Valerie Eurlings, STIP
- Gilbert Goosens, Milieudienst, BASF Antwerpen nv
- Guy Maes, Hogeschool West-Vlaanderen
- Maja Mampaey, Directoraat-generaal, AMINAL
- Katleen Marien, Studiedienst VEV
- Lydia Putseys, Koen Smeets, Walter Tempst, OVAM
- Ann Sanders, CLE
- Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent
- Caroline Vercoutere, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen
- Hugo Westyn, Electrabel
- Patrick Wilmots, Planningsgroep GMO-OVAM

2.19 Kwaliteit oppervlaktewater

Ward De Cooman, Henk Maeckelberghe, Greet Vos, Philippe D'Hondt, Afdeling Meetnetten en Onderzoek, VMM
Marc Van Erdeghem, Peter Van Wauwe, Afdeling Planning, VMM
Koen Martens, Afdeling Water, AMINAL
Claude Belpaire, Jan Breine, Gerlinde Van Thuyne, IBW
Hanne Degans, MIRA, VMM

Vele menselijke activiteiten – huishoudelijke en economische in het bijzonder – oefenen rechtstreeks of onrechtstreeks druk uit op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Behalve de verstoring van de *fysisch-chemische toestand* van het oppervlaktewater, is ook de *fysische verstoring* van het aquatisch ecosysteem bepalend en zelfs hinderlijk voor de toestand van een water, bv. door rechtekkingen en het aanbrengen van oeververstevingingen.



Belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P door bevolking en industrie



Belasting van het oppervlaktewater met N en P door landbouw



Prati-index voor zuurstofverzadiging



Gemiddelde concentratie $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, o-PO_4 , CZV en zuurstofconcentratie



Aandeel trajecten met waardevolle structuurkenmerken



Belgische Biotische Index



Index voor biotische integriteit

Zware metalen, bestrijdingsmiddelen ... worden in de respectievelijke verspreidingshoofdstukken besproken. In 2.11 Verstoring van de waterhuishouding wordt het aspect waterkwantiteit behandeld.

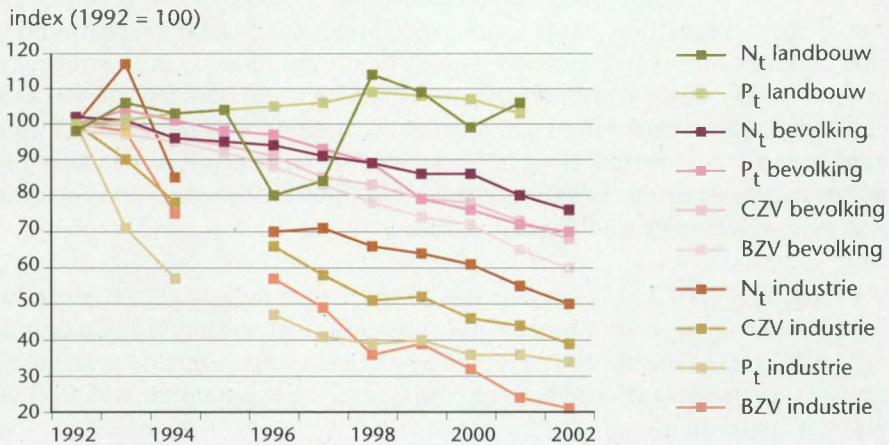
1 Milieudruk

— Belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P

De belasting van het oppervlaktewater door de *industrie* daalde sterk tussen 1992 en 2002 (figuur 1). In 2002 bevatten industriële lozingen 21 % van de BZV-vracht en 50 % van de N-vracht in 1992. Mede onder impuls van verstrengde lozingsnormen, betere controles, invoering van schonere productiewijzen en vooral sterk gestegen heffingstarieven, hebben heel wat grote bedrijven een forse inspanning geleverd om hun vuilvrachten te reduceren. Daarnaast werden sommige bedrijven die belangrijke vrachten aan afbreekbare stoffen, nutriënten en/of gevaarlijke stoffen lozen, van het rioolnet afgekoppeld. Zij moeten hun afvalwater dan zelf zuiveren, waarna het rechtstreeks in het oppervlaktewater geloosd wordt. Doordat ze rechtstreeks in het oppervlaktewater lozen, dienen ze aan strengere lozingsnormen te voldoen. Om een verdere daling van de industriële vuilvrachten te verwezenlijken, maakt de regering verder werk van het *afkoppelingsbeleid* (omzendbrief 4 juli 2003). Daarnaast dient het vergunningenbeleid verder te worden afgestemd op de ecologische draagkracht van het watersysteem en moeten de Vlaamse lozingsnormen worden afgestemd op internationale regelgeving.

Ook de *huishoudelijke belasting* van het oppervlaktewater neemt sinds 1992 duidelijk af. De BZV-vracht daalde met 38 %, de N-vracht met 26 % en de P-vracht met 30 %. Deze daling is te wijten aan het gevoerde *waterzuiveringsbeleid*. De zuiveringsrendementen van de RWZI's voor BZV en CZV zijn in 1996 verbeterd en de stikstof- en fosforrendementen zijn vooral sinds 1998 verbeterd (2.12 Vermesting). Daarnaast werd ook een inspanning geleverd om de aansluiting van riolen op RWZI's te verhogen. Anno 2002 wordt het afvalwater van 60 % van de inwoners in Vlaanderen gezuiverd op een RWZI; in 1990 was dit 30 %. Mede als gevolg van het wanordelijk ruimtegebruik behoort Vlaanderen, ondanks deze vooruitgang, nog tot de achterblijvers in de EU. De doelstelling van het MINA-plan 3 is tegen 2007 een zuiveringsgraad van 80 % te realiseren. Om dit te bereiken heeft de regering dit jaar de budgetten voor subsidiëring van gemeentelijke rioleringsprojecten (gescheiden stelsels) verhoogd. Bijkomende problemen zijn de betrokkenheid van veel verschillende actoren bij het waterzuiveringsbeleid (MIRA-BE, 2003) en het reeds geruime tijd geblokkeerd zijn van cruciale investeringsprojecten.

Figuur 1: Evolutie van de belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P door de bevolking, industrie en landbouw (Vlaanderen, 1992-2002)



De BZV- en CZV-vracht vanuit de landbouw kan niet gemodelleerd worden.

Bron: VMM, 2003.

Ondanks het dalende overschot op de nutriëntenbalans (2.12 Vermesting) dalen de N- en P-vrachten van *agrarische oorsprong* niet (SENTWA-resultaten). De verklaring hiervoor kan gezocht worden in het feit dat dit overschot uit verschillende stromen bestaat: bodemdenitrificatie, emissie naar de lucht (stikstof), uitloging naar het grondwater en de belasting van het oppervlaktewater. De stijging van de N-vracht in 2001 is te wijten aan de grote neerslaghoeveelheid in dat jaar. Meer neerslag betekent een grotere uitspoeling naar het oppervlaktewater (grondwaterverliezen en drainage) en dus een grotere N-vracht.

Het MAP-meetnet meet sinds 1999 maandelijks de nitraatconcentratie in agrarische gebieden op ongeveer 260 punten. Om de invloed van de landbouw nog beter te kunnen opvolgen, werd in november 2002 gestart met bemonstering op ongeveer 800 meetpunten. De resultaten van dit uitgebreide MAP-meetnet lijken, in tegenstelling tot de SENTWA-resultaten, wel in overeenstemming met de nutriëntenbalans. In de winter 1999-2000 scoorden 59 % van de MAP-punten slecht (minstens één meting boven de 50 mg nitraat per liter). Dit percentage zakte tot 50 % in de winter 2000-2001, tot 41 % in de winter 2001-2002 en tenslotte tot nog 32 % in de winter 2002-2003 (2.12 Vermesting). Vooral in West-Vlaanderen (Leie- en Uzerbekken) blijft de toestand evenwel problematisch: meer dan de helft van de meetpunten scoren er slecht.

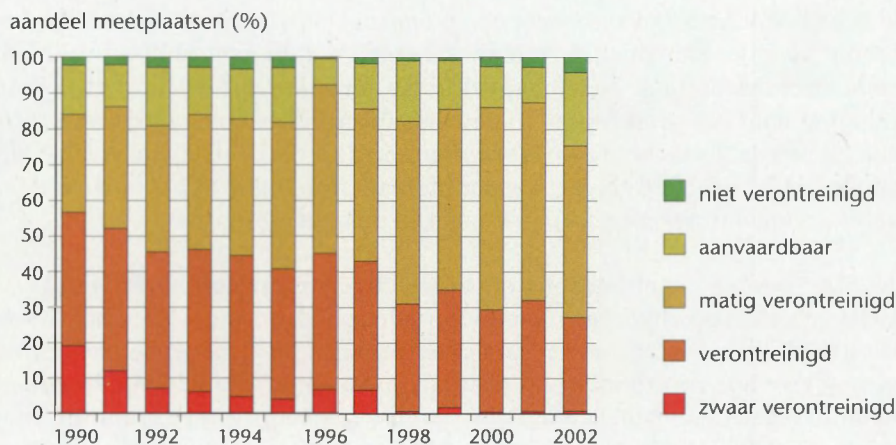
2 Milieukwaliteit

— Prati-index voor zuurstofverzadiging (PI_O)

Figuur 2 geeft de evolutie weer van de *zuurstofhuishouding* op basis van de PI_O in de periode 1990-2002. Sinds 1990 is het percentage zwaar verontreinigde oppervlaktewateren sterk gedaald (van 19 % in 1990 naar 0,7 % in 2002). Het aandeel van de matig verontreinigde meetplaatsen is in deze periode verdubbeld. Pas in 2002 werd een eerste stijging vastgesteld van het aandeel 'aanvaardbare' en 'niet verontreinigde' wateren. Die verbetering is niet alleen te danken aan de saneringsinspanningen van overheid en industrie, maar ook aan de gunstige weersomstandigheden in 2002.

De vergelijking van de PI_O van meetplaatsen in 2002 met de PI_O van dezelfde meetplaatsen in 1990-2001 toont dat de *zuurstofhuishouding* in meer dan de helft (53 %) van de meetplaatsen niet of niet noemenswaardig is gewijzigd. Bij 37 % van de meetplaatsen werd een verbetering vastgesteld, terwijl 10 % in kwaliteit achteruit ging.

Figuur 2: Evolutie van de *zuurstofhuishouding* van oppervlaktewater op basis van de Prati-index voor zuurstofverzadiging (PI_O) (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: VMM, 2003.

— Gemiddelde concentratie NH_4-N , NO_3-N , $o-PO_4$, CZV en zuurstofconcentratie

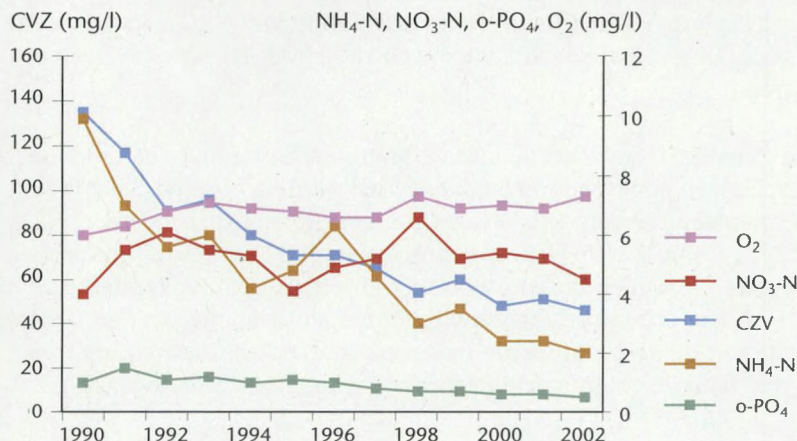
De parameters ammoniumstikstof (NH_4-N), nitraatstikstof (NO_3-N), chemisch zuurstofverbruik (CZV), orthofosfaat ($o-PO_4$) en gemiddelde zuurstofconcentratie worden door de VMM op regelmatig basis opgevolgd. Stikstof komt in ioni-

sche vorm voor in het water als ammoniakale stikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$) en/of als nitraat (NO_3^-). Ammonium is het eindproduct van de afbraak van stikstofhoudende moleculen na aërobe mineralisatie of na anaërobe vergisting. De evolutie van de waarden van $\text{NH}_4\text{-N}$, CZV, en in mindere mate van o-PO_4 , vertonen een dalende trend (figuur 3). De zuurstofconcentratie stijgt van 6 mg/l in 1990 naar 7,3 mg/l in 2002. De gemiddelde nitraatconcentratie ($\text{NO}_3\text{-N}$) vertoont geen uitgesproken trend.

Ondanks de gunstige trend voor de meeste parameters, voldoet een groot deel van de meetplaatsen nog steeds niet aan de *basiskwaliteitsnormen*. Slechts 38 % van de meetplaatsen behaalt de basiskwaliteitsnorm voor O_2 , 27 % voor o-PO_4 , 13 % voor CZV, 47 % voor $\text{NH}_4\text{-N}$. Zeer weinig oppervlaktewater in Vlaanderen heeft een goede fysisch-chemische waterkwaliteit in al haar (onderzochte) aspecten. Als alle parameters beschouwd worden, voldoen slechts een tiental meetplaatsen aan de gecombineerde basiskwaliteitsnorm. Deze cijfers tonen aan dat de weg naar de vooropgestelde basiskwaliteitstoestand nog lang is.

Nitraten komen in het oppervlaktewater als gevolg van nitraathoudende lozingen, maar vooral door de aanvoer van nitraten uit landbouwgronden (diffuse verontreiniging). Deze uitspoeling wordt niet enkel beïnvloed door de bemestingspraktijken maar ook – en in sterke mate – door de neerslag (intensiteit, tijdstip, duur ...). De gemiddelde nitraatconcentratie vertoont een fluctuerend verloop. Trendanalyse toont aan dat de mediaan gevoelig stijgt, wat betekent dat het aandeel meetplaatsen met zeer lage nitraatconcentratie steeds kleiner wordt. Blijkbaar hebben beleidsmaatregelen complexe gevolgen. Nutriëntverwijdering in zuiveringsinstallaties beïnvloedt het nitraatgehalte gunstig. Omgekeerd wordt nitraat geproduceerd in en geloosd door RWZI's zonder nutriëntverwijdering. Door het mestspreidingsbeleid nemen de uiterst hoge nitraatmaxima sterk af, maar verdwijnen nitraatarme zones steeds meer. De licht verbeterde zuurstofhuishouding speelt ook een rol: de gestegen zuurstofconcentraties maken dat ammonium in toenemende mate omgezet wordt naar nitraat. Omgekeerd beïnvloeden deze oxidatiereacties ook de gemiddelde zuurstofconcentraties negatief. *Fosfaten* in het oppervlaktewater zijn afkomstig van afvalwaterlozingen en uitspoeling en erosie van landbouwgronden. De toestand voor fosfaat verbetert langzaam sinds 1993.

Figuur 3: Evolutie van de gemiddelde concentratie $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, o-PO_4 , CZV en O_2 in oppervlaktewater (Vlaanderen, 1990-2002)



Bron: VMM, 2003.

Om de verbetering van de fysisch-chemische waterkwaliteit verder te kunnen zetten, is het noodzakelijk om de *waterzuiveringsinfrastructuur* nog verder uit te bouwen. De Europese richtlijn inzake de zuivering van stedelijk afvalwater impliceert dat alle verstedelijkte woonkernen (agglomeraties) voorzien moeten worden van een rioleringsstelsel (opvangstelsel) en bijhorende zuivering. Door de ruimtelijke wanorde in Vlaanderen zal een deel van de bevolking echter nooit aangesloten kunnen worden op grootschalige zuiveringsinfrastructuur (afgelegen huizen, discontinue lintbebouwing). Momenteel wordt de sanering van dit zogenaamde buitengebied herbekeken door de nv Aquafin. Op basis daarvan zal VMM in overleg met de gemeenten trachten een definitieve invulling te geven aan de saneringswijze (collectieve oplossing door centralisatie versus individuele oplossing door IBA). Via een proefproject zal VMM de procedure uitwerken. Ook de problematiek van de overstorten moet verder onderzocht worden. De nadelige effecten van overstorten kunnen verminderd worden door de opvang van riool- en hemelwater te scheiden. Hierdoor komt niet alleen minder ongezuiverd afvalwater in het oppervlaktewater terecht, maar zou ook de aangevoerde vuilvracht naar de RWZI's hoog blijven, waardoor hun werking wordt geoptimaliseerd. Volgens Aquafin zouden de eerste resultaten van deze gescheiden collectering reeds waarneembaar zijn: ondanks een zeer nat voorjaar werd er in 2002 een lichte toename van de aangevoerde vuilvracht naar de RWZI's waargenomen (Aquafin, 2003). Ook moet er werk gemaakt worden van de erosiebestrijding van landbouwgronden (zodat de afspoeling van nutriënten vermindert; 2.20b Erosie), van de herinrichting van het waterlopenstelsel (zodat de natuurlijke draagkracht aanzienlijk vergroot) en van de sanering van verontreinigde waterbodems.

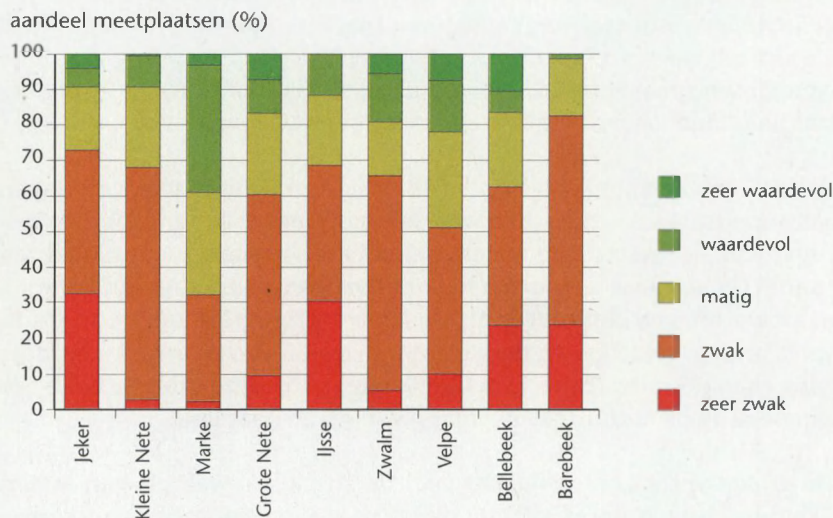
— Aandeel trajecten met waardevolle structuurkenmerken

Naast waterkwaliteit en -kwantiteit zijn ook structuurkenmerken sterk bepalend voor de biotoopkwaliteit. Deze structuurkenmerken omvatten allerlei *fysische eigenschappen* van oppervlaktewateren zoals meandering, aanwezigheid van holle en bolle oevers, verval, aard van het sediment, afwisseling van diepten en ondiepten (pool-riffle of stroomkuilenpatroon), natuurlijke overgang van water naar land (oever), vegetatie op oevers en in de waterloop ...

Landgebruik is een belangrijke factor die de structuurkwaliteit van waterlopen beïnvloedt: naarmate de intensiteit van het aangrenzende landgebruik toeneemt, daalt ook het percentage waterlopen met een goede structuurkwaliteit (NARA, 2001). Uit een analyse van het historische (1850) en huidige landgebruik (1980) naast waterlopen blijkt dat de historische vochtige graslanden en natuurlijke overstromingsgebieden in de valleien gedeeltelijk vervangen zijn door bebouwing en verharding (Librecht & Van Daele, 2000). Deze evolutie heeft een nefaste invloed op de natuurlijke overgang van water naar land.

Recent is er een verhoogde aandacht voor de structuurkwaliteit van waterlopen. Door Afdeling Water (AMINAL) wordt voor alle belangrijke waterlopen een ecologische inventarisatie opgemaakt. Voor elk traject (100–200 m) van de waterloop wordt een *structuurwaardering* uitgevoerd op basis van de aanwezigheid van holle oeverzones, diepte/ondiepte-patroon en meandering. In deze analyse werd echter nog geen rekening gehouden met continuïteit en verstuwings. Uit de analyse van 1 973 trajecten in 9 stroomgebieden (Jeker, Kleine Nete–Aa, Mark, Grote Nete–Laak, IJse, Zwalm, Velpe, Bellebeek en Barebeek) blijkt dat slechts 16 % van de trajecten een waardevolle structuur hebben (figuur 4). Ongeveer de helft van de trajecten heeft een zwakke structuur. In uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water zal de structuurkwaliteit in de toekomst 6-jarlijks opgevolgd worden. Ter voorbereiding hiervan zal een eenduidige index uitgewerkt worden.

Figuur 4: Structuurwaardering van 1 973 trajecten in 9 stroomgebieden (2001)



Bron: Afdeling Water, AMINAL.

De aanwezigheid van barrières zoals stuwen, watermolens, duikers, sifons of bodemvallen, belemmert migratie van vissen en andere organismen (inventarisatie op www.vismigratie.be). Rechttrekking en verstuwning van de waterloop verandert het diverse stromingspatroon van de waterloop, met snel en traag stromende zones, in een egaal stromingspatroon. Deze wijziging van habitats heeft een *verschuiving van het soortenspectrum* van stroomminnende soorten naar soorten die een stilstaand, traagstromend water verkiezen, tot gevolg. Vissoorten zoals gestippelde alver, beekprik, rivierdonderpad, kopvoorn, serpeling, barbeel, elrits, beekforel en sneed vallen volgens de rode lijst onder de categorie 'zeldzaam', 'kwetsbaar' en 'met uitsterven bedreigd'. Soorten typisch voor traagstromende wateren zoals baars, brasem en blankvoorn komen nu algemeen voor. Voor Vlaanderen wordt, in een vergelijkende studie van de historische met de actuele visstand, een zeer sterke achteruitgang van de grote migratoren en van de stroomminnende soorten vastgesteld (Vrielinck *et al.*, 2002). Het is bijgevolg belangrijk om bij de wegwerking van de vismigratieknelpunten tevens naar een natuurlijker dynamiek van de waterloop te streven.

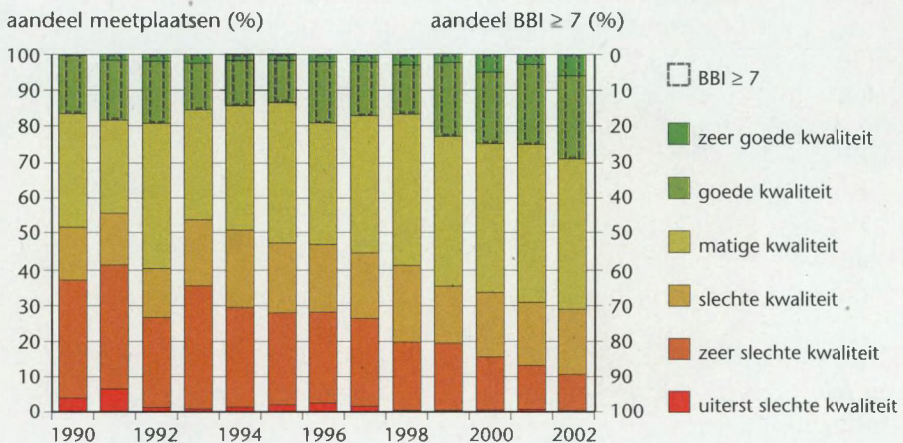
Voor verschillende waterlopen (IJse, Velpe, Grote Nete, Jeker, Mark, Zwalm ...) zijn momenteel beekherstelprojecten in voorbereiding. De belangrijkste doelstellingen zijn hierbij de wegwerking van vismigratieknelpunten, het herstel van de structuurkwaliteit van de waterloop, en de buffering van de waterloop tegen het omliggende intensieve landgebruik.

3 Gevolgen voor natuur

— Belgische Biotische Index

Bij de beoordeling van de *biologische waterkwaliteit* wordt gebruik gemaakt van de *Belgische Biotische Index (BBI)*, steunend op de aan- of afwezigheid van aquatische macro-invertebraten. Figuur 5 geeft de evolutie van de biologische waterkwaliteit op basis van de BBI in de periode 1990-2002. Er is een sterke afname van het aantal punten met een uiterst slechte en zeer slechte kwaliteit. Vergelijking van de BBI in 2002 met de eerste waarneming sedert 1989 op dezelfde plaats, toont dat de biologische waterkwaliteit nauwelijks of niet wijzigde in ruim de helft van de meetplaatsen. Bij ongeveer 40 % van de meetpunten is een significante verbetering vastgesteld (meestal van 'zeer slecht' naar 'slecht' of van 'slecht' naar 'matig'), terwijl 6 % in kwaliteit achteruit ging (meestal van 'zeer goed' naar 'goed'). Alhoewel er sinds 2001 een toename van 4 % van het aandeel meetplaatsen met zeer goede waterkwaliteit wordt vastgesteld, blijft het aantal beperkt. Volgens de VLAREM normering moet 100 % van de meetplaatsen een BBI groter dan 7 hebben, maar in 2002 voldeed slechts 30 % van de meetplaatsen aan deze basiskwaliteitsnorm. Naast enkele bronbeken in het zuiden van Vlaanderen, zijn het vooral kleinere laaglandbeken in het Nete- en het Maasbekken waar hoge BBI-waarden worden aangetroffen. In het MINA-plan 3 wordt 40 % vooropgesteld tegen 2007. De toepassing van het stand still principe is vaak niet gegarandeerd. Een gedetailleerde analyse is terug te vinden in het Natuurrapport 2003 (NARA, 2003 a).

Figuur 5: Evolutie van de biologische kwaliteit van stromende wateren op basis van de Belgische Biotische Index (BBI) (Vlaanderen, 1990-2002)



BBI ≥ 7 : basiskwaliteitsnorm

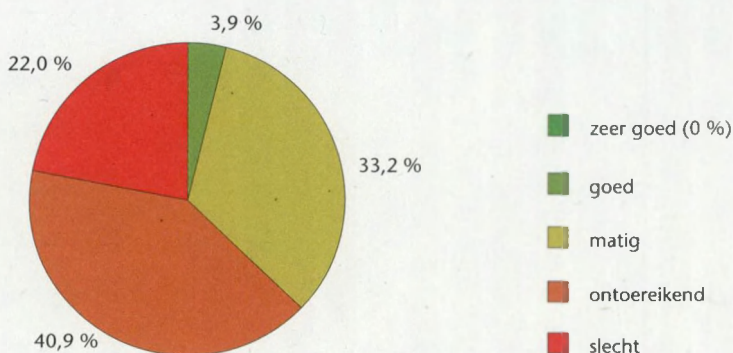
Bron: VMM, 2003.

Om de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater te garanderen, is naast een goede (fysisch-chemische) water- en waterbodempkwaliteit een natuurlijke morfologie van de waterloop noodzakelijk. De combinatie van een goede waterkwaliteit en waardevolle oevers en structuur van de waterloop, vergroot de draagkracht van de waterloop (cf. zelfreinigend vermogen) en verhoogt de kans op herkolonisatie van fauna en flora in de waterloop. Om tegen 2015 overal de 'goede ecologische toestand' te halen, zoals opgelegd in de Europese Kaderrichtlijn Water, zullen nog heel wat inspanningen nodig zijn. Het decreet van 18 juli 2003 betreffende het integraal waterbeleid biedt alvast de basis voor de omzetting van deze kaderrichtlijn, die reeds op 22 december 2003 door de lidstaten in nationale wetgeving moet zijn omgezet.

— Index voor biotische integriteit

De toestand waarin de visgemeenschappen verkeren, verschaft een goed beeld van de *biotische 'integriteit'* (ongeschondenheid/ongereptheid). De Index voor biotische integriteit (IBI), of de visindex, geeft op basis van de analyse van het aanwezige visbestand een beeld van de habitatkwaliteit van een meetplaats. Figuur 6 geeft de resultaten van de bemonsteringen in de periode 2002-2003. Bij de berekening van de IBI werden verschillende types van beken en rivieren bemonsterd en beoordeeld. Door beheersinspanningen met een verbeterende waterkwaliteit tot gevolg, evolueert de toestand van de vispopulaties in grote waterlopen positief (3.2 Natuur; NARA 2003 b). De zijbeken en kleinere rivieren zijn er echter veel slechter aan toe. Globaal geeft dit volgend beeld voor de IBI: 22,0 % van alle onderzochte meetpunten zijn 'biologisch dood', wat betekent dat er geen vissen meer voorkomen. De overige meetplaatsen scoren ontoereikend (40,9 %), matig (33,2 %) of goed (3,9 %). Geen enkele meetplaats heeft een zeer goede integriteitsklasse. Vergeleken met de resultaten van 1999-2001 is dit een slechter resultaat.

Figuur 6: Distributie (%) van de biotische integriteit (visindex) van 232 vismeetpunten (Vlaanderen, 2002-2003)



Bron: IBW.

Migratieknelpunten voor vissen moeten aangepakt worden teneinde een betere visindex te bekomen. Verder zijn de inspanningen nagenoeg dezelfde als deze om de resultaten van de BBI te verbeteren.



Meer informatie in het achtergronddocument Kwaliteit oppervlaktewater op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Aquafin (2003) Het jaarverslag 2002 van Aquafin NV, Aartselaar, 88 p.
- Librecht I., Vandaele K. (2000) Bepaling van de referentietoestand van waterlopen in Vlaanderen. Studie uitgevoerd i.o.v. afdeling Water.
- MIRA-BE 2003 (2003) Van Zele L., Leroy P. Gemeenten en de uitbouw van infrastructuur voor afvalwaterwaterzuivering. In: Van Steertegem M. (Red.) MIRA-BE 2003. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: beleidsevaluatie. VMM, Erembodegem, 215 p.
- NARA 2001 (2001) Schneiders A., Bréine J., Simoens I. Waterlopen. In: Kuijken E., Boeye D., De Bruyn L., De Roo K., Dumortier M., Peymen J., Schneiders A., van Straaten D., Weyemberg G. (Red.) Natuurrapport 2001. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr 18, 366 p.
- NARA 2003 (2003 a) Schneiders A., Denys L., Vanhecke L. Oppervlaktewateren. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyemberg G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.
- NARA 2003 (2003 b) Schneiders A., Coeck J., Buysse D., van Thuyne G., Belpaire C., Breine J. Vissen en rondbekken. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyemberg G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.
- VMM (2003) Waterkwaliteit – Lozingen in het water 2002. Jaarverslag meetnetten oppervlaktewaterkwaliteit en afvalwatermeetnet, Erembodegem, 183 p.
- Vrielynck S., Belpaire C., Stabel A., Breine J., Quataert P. (2002) De visbestanden in Vlaanderen anno 1840-1950. Een historische schets van de referentietoestand van onze waterlopen aan de hand van de visstand, ingevoerd in een databank en vergeleken met de actuele toestand. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer en Afdeling Water (AMINAL), Groenendaal, 300 p.

Lectoren

- Lieven Bervoets, Departement Biologie, Ecofysiologie, Biochemie, UA-RUCA
- Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
- Ann Crabbé, Faculteit Politieke en Sociale wetenschappen, UA-UIA
- Greet De Gueldre, Aquafin nv
- Yves Ronse, Kor Van Hoof, Rudy Vannevel, VMM
- Niels De Pauw, Vakgroep Toegepaste Ecologie en Milieubiologie, UGent
- Peter De Smedt, Centrum voor Milieurecht, UGent
- Ann Duponcheel, Phytofar
- Els Martens, Afdeling Natuur, AMINAL
- Annelies Mulier, Frank Nevens, Steunpunt Duurzame Landbouw

Anik Schneiders, IN

Luc Samsoen, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Nele Schoonens, Directoraat-generaal, AMINAL

Gerrit Tilborghs, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Wim Van Gils, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Edward Versin, Milieudienst, BASF Antwerpen nv

Hugo Westyn, Electrabel

Kwaliteit bodem: 2.20a verontreiniging

Victor Dries, Johan Ceenaeme, Filip De Naeyer, Wendy Van Dijck, Eddy Van Dyck,
Eddy Wille, Afdeling Bodemonderzoek en Attestering, OVAM
Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

Op diverse plaatsen in Vlaanderen is de bodem verontreinigd met milieu-gevaarlijke stoffen zoals zware metalen, organische stoffen en bestrijdingsmiddelen. De oorzaken voor de verontreiniging zijn divers: belastende industriële activiteiten; ongevallen met milieubedreigende stoffen; lekkende opslagtanks, leidingen of installaties; onzorgvuldige opslag van grondstoffen, afvalstoffen of eindproducten; morsen bij op- of overslag, storten ... Een vervuilde bodem kan de kwaliteit van het leven bedreigen door rechtstreeks contact van mensen, dieren en planten met schadelijke stoffen of door aantasting van het grondwater. Met het bodemsaneringsdecreet werd in 1995 het wettelijk kader gecreëerd voor de aanpak van bodemverontreiniging. Dankzij een doorgedreven inventarisatie is sindsdien de kennis omtrent het compartiment bodem sterk toegenomen.

Dit hoofdstuk brengt de *bodemverontreiniging door puntbronnen* (duidelijk lokaliseerbare bron, beperkte verspreiding) en de bijhorende onderzoeks- en saneringsinspanningen in beeld. Diffuse bodemverontreiniging (niet gelokaliseerde bron, sterke verspreiding) komt aan bod in de verschillende verspreidsthema's en in de thema's vermeting en verzuring.



Gekend aantal verontreinigde gronden



Aantal verontreinigde gronden in verschillende fasen van bodemonderzoek en -sanering

?

Kostprijs van bodemsanering

1 Milieukwaliteit

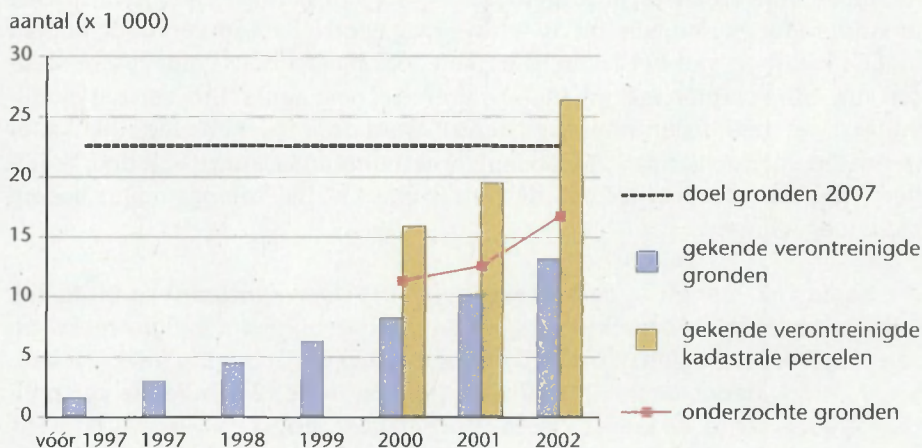
— Gekend aantal verontreinigde gronden

Het totaal aantal *risicogronden* wordt geschat op 76 200. Het aantal gronden waarop in het verleden risicoactiviteiten werden uitgeoefend, wordt op 11 200 geraamd. Het geschat aantal gronden waarop momenteel risicoactiviteiten

worden uitgeoefend, bedraagt 60 000 à 70 000 (Ecolas, 2001). Eind 2002 had OVAM hiervan 16 688 gronden onderzocht, een aandeel van 22 %. Op basis van deze *oriënterende bodemonderzoeken (OBO)* zijn er nu 13 305 gekende verontreinigde gronden (figuur 1).

In 2002 werden bijkomend ongeveer 3 000 verontreinigde gronden geregistreerd. Omdat slechts een deel van alle risicogronden onderzocht is, geeft het verloop van de indicator nog geen beeld van de evolutie van de bodemverontreiniging in Vlaanderen, maar veeleer van de vooruitgang in de inventarisatie (figuur 1). In het MINA-plan 3 (2003-2007) werd de doelstelling geformuleerd om 30 % (+/- 22 500 gronden) van het totaal aantal geschatte risicogronden tegen 2007 te onderzoeken. Rekening houdend met de evolutie van het aantal onderzochte gronden sinds 1995, lijkt deze doelstelling haalbaar.

Figuur 1: Gekend aantal verontreinigde gronden, kadastrale percelen en aantal onderzochte gronden (Vlaanderen, 1997-2002)



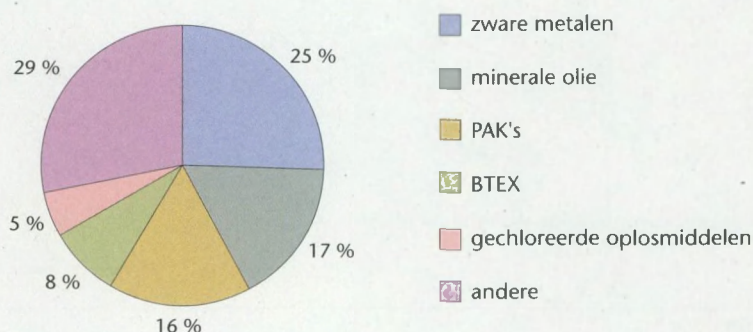
Bron: OVAM.

Figuur 2 geeft het aandeel van de verontreinigende stoffen in de gronden die zijn opgenomen in het register van verontreinigde gronden bij OVAM. De belangrijkste soorten verontreinigende stoffen zijn:

- zware metalen: arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, lood en zink;
- minerale olie: ook een groepsnaam, die alle niet-aromatische koolwaterstoffen bevat;
- PAK's (poly-aromatische koolwaterstoffen): een groep polluenten die zeer vaak gezamenlijk voorkomen en het gevolg zijn van onvolledige verbrandingsprocessen. Typische risico-activiteiten zijn o.a. verbranding van vloeibare brandstoffen, verkeer ...

- BTEX: de groepsnaam voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen;
- gechloreerde oplosmiddelen: met de bekende gechloreerde oplosmiddelen zoals tetra- en trichlooretheen;
- andere verontreinigende stoffen: zoals dioxines, pesticiden ... maar ook afwijkende waarden voor pH en geleidbaarheid.

Figuur 2: Totaal aantal gekende verontreinigde gronden met opsplitsing naar de belangrijkste soorten verontreinigende stoffen



Bron: OVAM.

Op één verontreinigde grond kunnen verschillende verontreinigende stoffen worden aangetroffen. Hierdoor kan een verontreinigde grond verscheidene keren geteld zijn voor het bekomen van de percentages bij figuur 2.

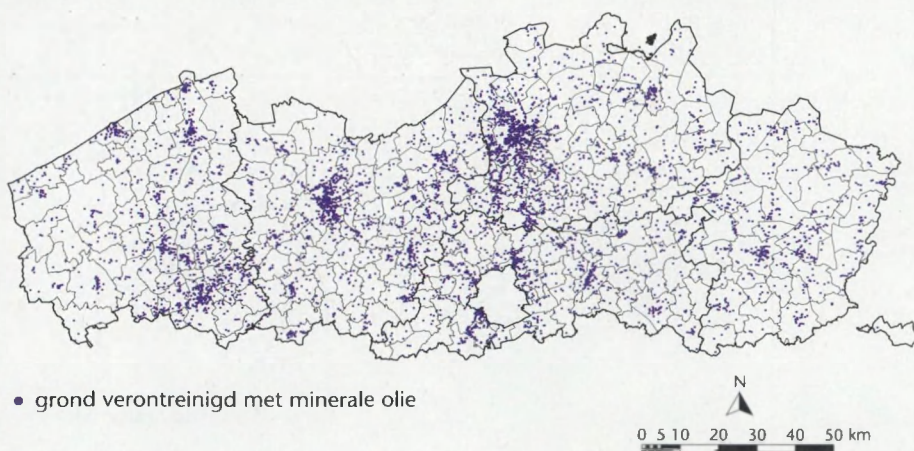
Zware metalen zijn met 25 % de meest frequent voorkomende stofgroep. Op de tweede plaats volgt minerale olie en vervolgens de PAK's met respectievelijk 17 % en 16 %.

De hoge score bij de categorie andere is voornamelijk te wijten aan afwijkende waarden voor pH en geleidbaarheid. Indien een verontreiniging wordt vastgesteld met bv. zware metalen, minerale olie ... wordt dikwijls ook een afwijkende waarde voor pH en/of geleidbaarheid vastgesteld.

Figuur 3 toont de spreiding van de gekende verontreinigde gronden met minerale olie. Elk punt op de kaart stelt een grond voor die verontreinigd is met minerale olie. De meest voorkomende verontreinigingen uit deze groep zijn het gevolg van de polluenten aanwezig in de vloeibare brandstoffen (benzine, diesel, stookolie, kerosine ...). De verontreinigingen worden zowel aangetroffen bij de grote professionele marktpartijen (brandstofverdelers, opslagplaatsen, ben-

zinestations ...) als bij de groepen van bedrijven die deze producten als brandstoffen gebruiken of die aardolieproducten gebruiken als grondstof. De verontreiniging wordt ook bij particulieren teruggevonden, namelijk door het gebruik van stookolie.

Figuur 3: Spreiding van de gekende gronden verontreinigd met minerale olie (Vlaanderen, 2002)



Bron: OVAM.

— Aantal verontreinigde gronden in verschillende fasen van bodemonderzoek en -sanering

Verontreinigde gronden opgenomen in het *register van verontreinigde gronden* zijn niet langer multifunctioneel maar hoeven niet noodzakelijk te worden gesaneerd. De noodzaak van sanering hangt af van de ernst van de verontreiniging, van de kenmerken en functies van de bodem en van de periode waarin de verontreiniging tot stand kwam (d.w.z. nieuwe of historische bodemverontreiniging).

Saneren omvat het opstellen en uitvoeren van een *beschrijvend bodemonderzoek (BBO)*, indien nodig gevolgd door het opstellen van een *bodemsaneringsproject (BSP)*, het uitvoeren van *bodemsaneringswerken (BSW)* en het eventueel verzekeren van nazorg.

Figuur 4 geeft een overzicht van de stand van zaken van het aantal gronden in de verschillende fasen van sanering ten opzichte van zowel het *gekende* als het *geschatte aantal verontreinigde gronden*. Eind 2002 bleek een BBO nodig voor 6 528 of 49 % van de gekende verontreinigde gronden. Voor de andere gronden toonde het OBO aan dat er geen sanering nodig is.

Voor 3 752 of 58 % van deze gronden werd reeds een BBO ingediend en conform verklaard (m.a.w. het onderzoek voldoet aan de wettelijke richtlijnen opgesteld door OVAM). Interessant is ook het aantal reeds conform verklaarde BBO's te vergelijken met het geschatte totaal aantal gronden waarvoor een BBO nodig is. 30 % van het geschatte aantal risicogronden zou aanleiding geven tot een BBO. Dit komt neer op 21 500 à 24 500 BBO's. Momenteel is dus 15 tot 17 % van het geschatte totaal aantal uit te voeren BBO's ingediend en conform verklaard.

Het resultaat van een BBO bepaalt of gestart moet worden met de tweede fase van sanering, namelijk het BSP. Tussen 1996 en 2002 bleek een BSP nodig voor 1 795 locaties. Voor 1 109 of 62 % van deze locaties werd reeds een BSP conform verklaard. Het geschatte totaal aantal BSP's komt op 10 000 à 11 500. Momenteel is dus tot 10 - 11 % van het geschatte totaal aantal uit te voeren BSP's conform verklaard.

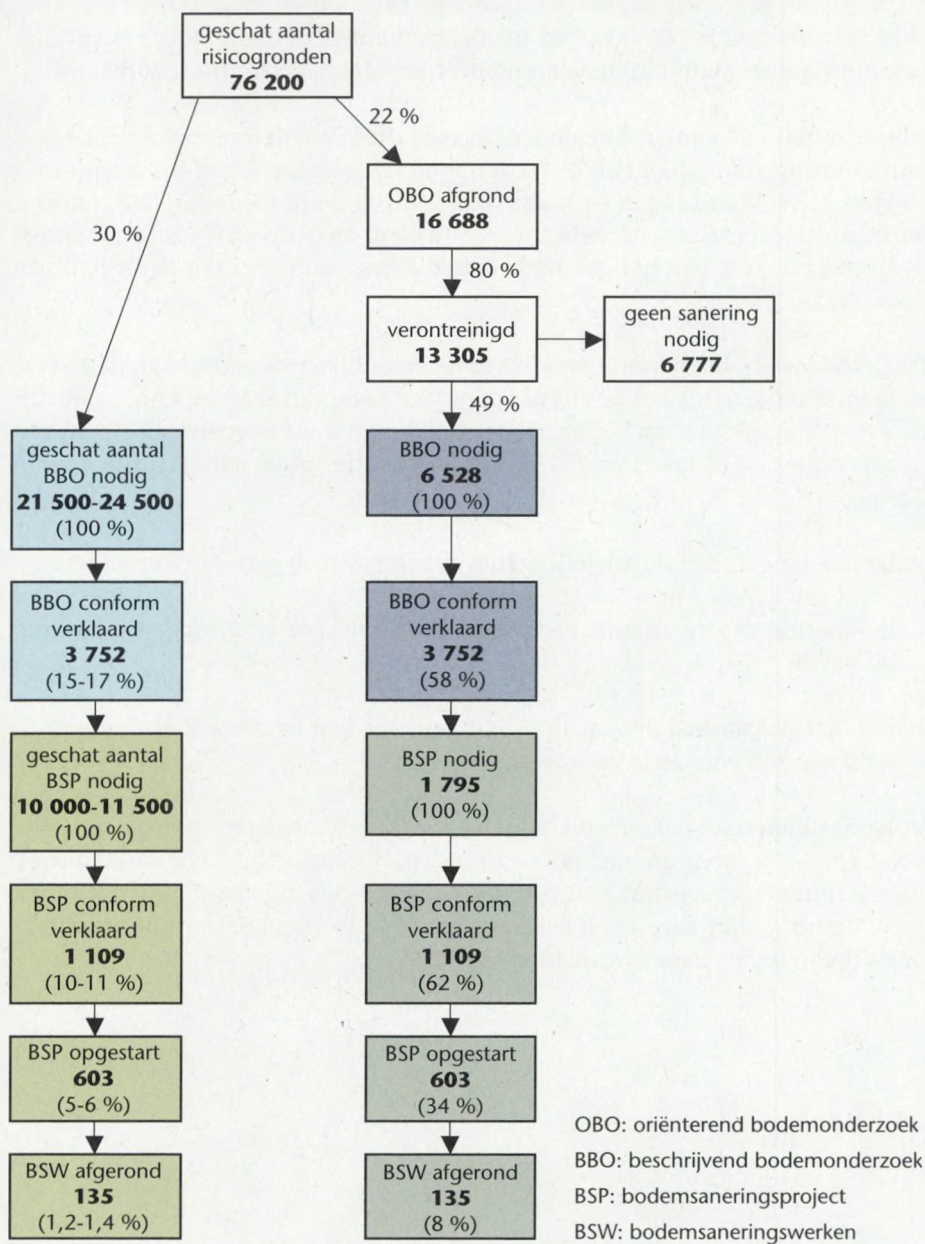
De derde fase in het saneringsproces is de eigenlijke uitvoering van de BSW's. Vóór eind 2002 werden er 603 BSW's opgestart waarvan er 135 zijn afgerond. Dit is respectievelijk 34 % en 8 % van het gekend aantal uit te voeren BSP's, en respectievelijk 5 - 6 % en 1,2 - 1,4 % van het geschatte totaal aantal uit te voeren BSP's.

Volgende langetermijndoelstellingen zijn in het MINA-plan 3 geformuleerd:

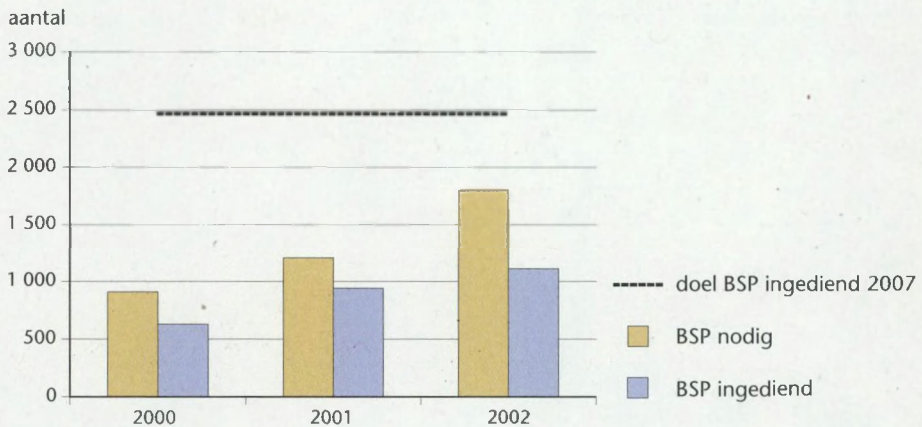
- de sanering van de urgente historische bodemverontreinigingen is vóór 2021 aangevat;
- alle historische bodemverontreinigingen, die een ernstige bedreiging vormen, worden vóór 2036 gesaneerd.

Volgens de hieraan gekoppelde plandoelstelling dient tegen 2007 de sanering van 23 % (+/- 2 450 gronden) van de gronden met historische bodemverontreiniging minstens opgestart te zijn (d.w.z. een project is ingediend). Als we kijken naar figuur 5, lijkt deze doelstelling gehaald te worden, zeker wat betreft de opstart van bodemsaneringen door de bedrijven.

Figuur 4: Overzicht van het aantal gronden in de verschillende fasen van sanering t.o.v. het gekende en het geschatte aantal verontreinigde gronden (Vlaanderen, 2002)



Figuur 5: Aantal gronden waarvoor een bodemsaneringsproject (BSP) is ingediend t.o.v. het nodige aantal (Vlaanderen, 2000-2002)



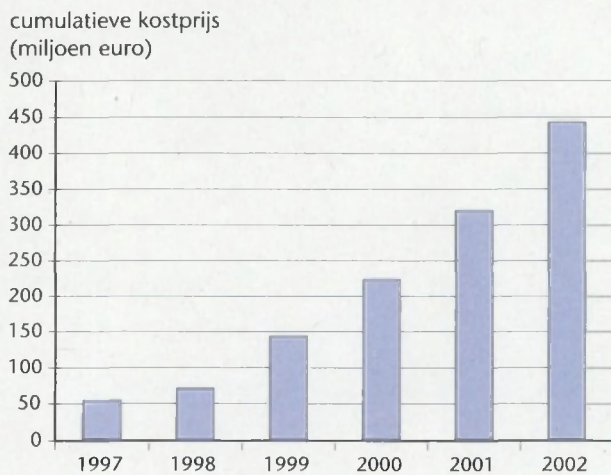
Bron: OVAM.

2 Gevolgen voor economie

— Kostprijs van bodemsanering

De impact van bodemverontreiniging op de economie kan geïllustreerd worden aan de hand van het kostenplaatje gekoppeld aan bodemsanering. In een bodemsaneringsproject (BSP) moet steeds een raming van de saneringskosten opgenomen zijn. Op basis hiervan wordt geschat dat de totale kostprijs van de 1 109 BSP's die vóór eind 2002 werden conform verklaard 443 miljoen euro bedraagt (figuur 6). Dit is ongeveer 6 % van de totaal geschatte saneringskost, zijnde 7 miljard euro (Ecolas, 2001).

Figuur 6: Cumulatieve kosten van de reeds door OVAM conform verklaarde bodemsaneringsprojecten (Vlaanderen, 1997-2002)



Bron: OVAM.



Meer informatie in het achtergronddocument Bodemverontreiniging op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

Ecolas (2001) Financiële behoefteraming m.b.t. bodemsanering, OVAM, Mechelen.

Lectoren

Stefan Acke, Vlaamse Gezondheidsinspectie
 Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv
 Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
 Gilbert Goosens, Milieudienst, BASF Antwerpen nv
 Frédéric Lefèvre, BFE
 Guy Maes, Hogeschool West-Vlaanderen
 Tim Nawrot, Faculteit Geneeskunde, K.U.Leuven
 Eddy Poelman, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen
 André Poffijn, FANC
 Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
 Patrick Van den Bossche, Agoria Metalen & Materialen
 Luc Vanacker, OVAM
 Piet Vanden Abeele, UNIZO
 Bernard Vanheusden, Limburgs Universitair Centrum
 Hugo Westyn, Electrabel
 Patrick Wilmots, Planningsgroep GMO-OVAM

2.2ob Kwaliteit bodem: erosie

Gert Verstraeten, Anton Van Rompaey, Jean Poesen, Kristof Van Oost, Gerard Govers, Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie, K.U.Leuven
Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

Bodemerosie door water op hellend akkerland is één van de belangrijkste processen van *bodemaantasting* in Vlaanderen en heeft vier belangrijke *negatieve effecten*. Ten eerste neemt de vruchtbare bodemtoplaag in dikte af, wat op lange termijn kan resulteren in dalende gewasopbrengsten. Ten tweede is intense bodemerosie verantwoordelijk voor lokale modderoverlast in landelijke gebieden in het zuiden van Vlaanderen na zware regenbuien in het voorjaar en de zomer. Verder leidt bodemerosie ook tot hoge sedimentlasten in de Vlaamse waterlopen waardoor deze, net als de vele wachtbekkens, aan een hoog tempo dichtslibben, met een verhoogd overstromingsrisico tot gevolg. Een laatste gevolg is de afzetting van nutriëntenrijk sediment in vallegebieden. Hierdoor vermindert de natuurkwaliteit van deze gebieden. Bodemerosie is dan ook één van de belangrijkste bronnen van vervuiling voor de Vlaamse oppervlaktewaters met belangrijke ecologische en financiële implicaties.

Ruimtelijke variaties in bodemerosie in Vlaanderen zijn voornamelijk afhankelijk van het *reliëf*, het *bodemtype* en de *vegetatieve bedekking* van de bodem. De mens heeft in Vlaanderen dan ook vooral via het bodemgebruik (o.a. de keuze van teeltrotaties) een grote invloed op het bodemerosieproces. De jaarlijkse variaties in bodemerosie worden echter verklaard door het *klimaat*.

-
-  Erosiviteit van de neerslag
 -  Erosiegevoeligheid van het landgebruik
 -  Bodemerosie in Vlaanderen
 -  Sedimentaanvoer naar Vlaamse waterlopen
-

1 Milieudruk

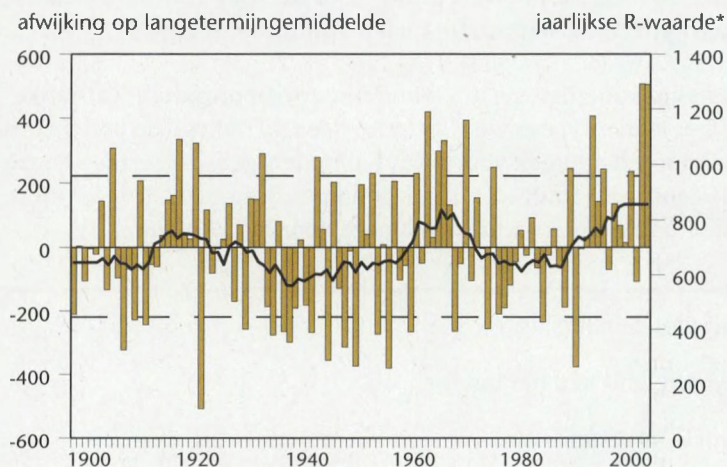
— Erosiviteit van de neerslag

Bodemerosie door water treedt hoofdzakelijk op tijdens en vlak na intense regenbuien. Zowel de neerslagintensiteit als het neerslagvolume zijn daarbij

bepalend. Omwille van de seizoenale verschillen in neerslagkarakteristieken in Vlaanderen – overwegend weinig intense regenbuien in de periode oktober-april en hoog-intense regenbuien in de periode mei-september – zien we dan ook een sterke piek in de *neerslagerosiviteit* in de zomerperiode. Hoe meer intense regenbuien er jaarlijks optreden, hoe groter het jaarlijks geërodeerd bodemvolume zal zijn. Klimaatveranderingen kunnen leiden tot een hogere frequentie van zulke hoog-intense regenbuien, met een hoger erosierisico tot gevolg.

Figuur 1 toont de evolutie van de jaarlijkse neerslagerosiviteit te Ukkel voor de periode 1898-2002. De jaarlijkse neerslagerosiviteit vertoont een cyclisch patroon met periodes van 10-20 jaar die gemiddeld een lagere neerslagerosiviteit kennen, afgewisseld met periodes met een gemiddeld hogere neerslagerosiviteit. Het laatste decennium wordt gekenmerkt door hogere waarden voor de neerslagerosiviteit: 8 van de laatste 10 jaar zijn gekenmerkt door waarden boven het langetermijngemiddelde. Bovendien hebben de twee hoogste waarden sinds 1898 zich voorgedaan tijdens 2001 en 2002. Echter, op basis van deze gegevens kan niet worden besloten dat het hier gaat om een definitief stijgende trend. Slechts indien de komende jaren eveneens neerslagerosiviteitswaarden boven het gemiddelde vertonen, kan sprake zijn van een stijgende tendens.

Figuur 1: Evolutie van de neerslagerosiviteit en afwijking van het langetermijngemiddelde (Ukkel, 1898-2002)



R = gemiddelde jaarlijkse neerslagerosiviteit (MJ.mm/ha.h). Deze waarde is lineair gerelateerd aan het erosierisico. De zwarte curve geeft het 5-jarig glijdend gemiddelde weer van zowel de jaarlijkse neerslagerosiviteit als de afwijking op het gemiddelde voor de periode 1898-2002 = 689 MJ.mm/ha.h. De streepjeslijnen geven de standaardafwijking weer op het langetermijngemiddelde.

Bron: KMI en eigen modelberekeningen op basis van de universele bodemverliesvergelijking.

— Erosiegevoeligheid van het landgebruik

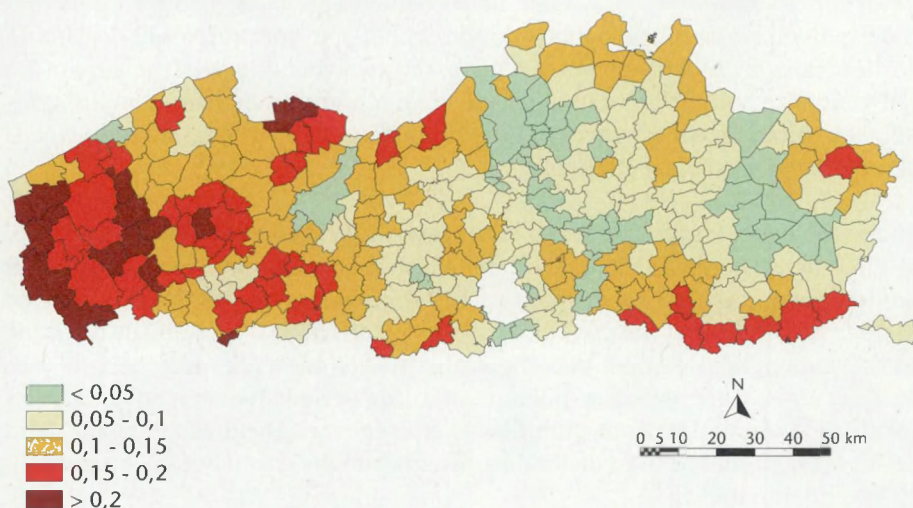
Verschillende types landgebruik worden gekenmerkt door een andere *erosiegevoeligheid*. Landbouwgewassen die de bodem een goede bedekking bieden tijdens de meest erosiegevoelige periodes in het jaar (mei-september), zoals de wintergraangewassen, hebben een lagere erosiegevoeligheid dan gewassen die net vóór deze periode worden ingezaaid (o.a. zomergranen, bieten, maïs, aardappelen, groenten in openlucht). Bos en grasland hebben daarentegen steeds een zeer lage erosiegevoeligheid.

Tijdens de periode 1990-2002 is de erosiegevoeligheid van het *akkerbouwareaal* in Vlaanderen gemiddeld toegenomen met 10 % omwille van veranderingen in teelten (toename van de zeer erosiegevoelige gewassen zoals maïs en groenten in open lucht). Omdat ook het totaal areaal akkerland is uitgebreid, is de totale erosiegevoeligheid van het bodemgebruik in Vlaanderen in deze periode met 22 % gestegen. Tijdens de maanden mei-juni, de periode met een hoog risico op lokale modderoverlast, is de gemiddelde erosiegevoeligheid van het akkerland zelfs gestegen met 16 % en de totale erosiegevoeligheid van het bodemgebruik in Vlaanderen met 29 %.

De gemiddelde erosiegevoeligheid van het bodemgebruik in Vlaanderen kent echter zeer sterke ruimtelijke variaties (figuur 2). In regio's waar de zeer erosiegevoelige gewassen, zoals maïs, frequent voorkomen (Kempen en Vlaamse Zandstreek; zie MIRA T-2002 p. 311), zijn ook veel bossen en/of graslanden, zodat de gemiddelde erosiegevoeligheid van het hele bodemgebruik er toch beperkt blijft. De hoge waarden in West-Vlaanderen zijn te verklaren door de dominantie van het akkerland in het bodemgebruik en de relatief hoge frequentie van zeer erosiegevoelige gewassen. Ondanks het minder frequent voorkomen van zeer erosiegevoelige gewassen in Zuid-Limburg en het oosten van Vlaams-Brabant, is de totale erosiegevoeligheid er vrij hoog vanwege de uitgestrekte akkerbouwcomplexen.

De ruimtelijke spreiding van de erosiegevoeligheid van het bodemgebruik is echter nog geen afspiegeling van het werkelijk erosierisico aangezien regionale verschillen in bodemeigenschappen en reliëf een belangrijke factor spelen in het ruimtelijk patroon van bodemerosie in Vlaanderen (zie Bodemerosie in Vlaanderen). Een sterke toename van het areaal maïs in de Kempen zal bijvoorbeeld nauwelijks enige invloed hebben op de erosiewaarde in Vlaanderen, enerzijds omwille van de beperkte hoogteverschillen, anderzijds vanwege de zandbodems die minder erosiegevoelig zijn.

Figuur 2: Ruimtelijke spreiding van de gemiddelde erosiegevoeligheid* van het landgebruik (Vlaanderen, 2002)



* De erosiegevoeligheid van een bodemgebruikstype is een dimensieloze waarde die kan variëren van 0 (geen erosie) tot 1 (zeer hoge erosiegevoeligheid) en is lineair gerelateerd met het erosierisico.

Bron: eigen modelberekeningen op basis van de universele bodemverliesvergelijking, VLM.

Tabel 1 geeft een overzicht van de opvolging van enkele beleidsmaatregelen in Vlaanderen die een gunstige impact hebben op het bodemerosierisico. Ondanks de vrij aanzienlijke oppervlakte met *groenbedekkers* heeft dit slechts een beperkte impact op de gemiddelde gewaserosiegevoeligheid in Vlaanderen. Immers, op de plaatsen waar een groenbedekker wordt ingezaaid tijdens de winterperiode daalt de erosiegevoeligheid wel met 10 à 15 % op jaarbasis, maar voor heel Vlaanderen (ruim 380 000 ha akkerland) betekent dit slechts een daling van 1 %. Hoewel in oppervlakte geringer, zal de *braaklegging* een grotere invloed hebben op de erosiegevoeligheid wegens de betere bodembedekking gedurende een langere periode. Momenteel is de opvolging van deze maatregelen echter onvoldoende om de impact van de toegenomen oppervlakte akkerland, en dan vooral van maïs, op het erosierisico in Vlaanderen, teniet te doen. Wel kan men vaststellen dat deze maatregelen steeds frequenter worden toegepast.

Tabel 1: Maatregelen die de bodemerosiëgevoeligheid van het akkerland in Vlaanderen verminderen

		1990	2000	2001	2002
subsidies voor groenbedekkers (ALT)	areaal (ha)	.	.	26 352	34 332
beheersovereenkomsten perceelsranden (VLM)	areaal (ha)	.	24	67	171
braaklegging	areaal (ha)	815	6 431	9 103	8 827

Bron: ALT, VLM, NIS.

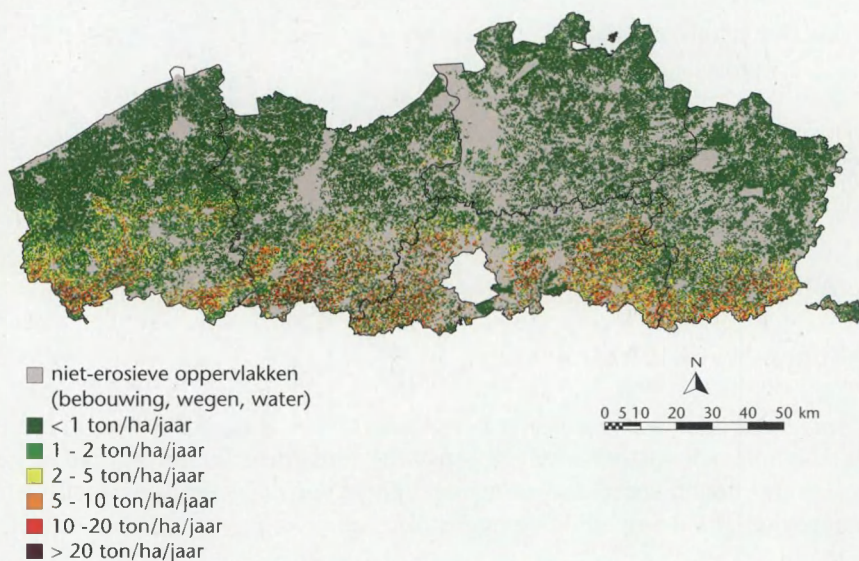
2 Milieukwaliteit

— Bodemerrosie in Vlaanderen

Bodemverlies door watererosie is het resultaat van 4 hoofdfactoren: klimaat (neerslaghoeveelheid en neerslagintensiteit), topografie (hellingsgraad en hellingslengte), bodemsoort (de erosiegevoeligheid van de bodem) en vegetatie (de erosiegevoeligheid van het bodemgebruik).

Figuur 3 geeft de ruimtelijke spreiding van het gemiddelde erosierisico, uitgedrukt als voorspeld jaarlijks bodemverlies door watererosie voor de periode 1999-2002. Dit zijn modelberekeningen waarbij rekening gehouden is met het respectieve bodemgebruik en neerslagerosiviteit van 1999, 2000, 2001 en 2002. De andere factoren, bodem en topografie, werden ruimtelijk wel in rekening gebracht maar constant gehouden voor elk jaar. Voor de verschillende landbouwstroken en voor heel Vlaanderen zijn de belangrijkste cijfers weergegeven in tabel 2. Het totale bodemverlies door watererosie varieert +/- tussen 1 en 2 miljoen ton per jaar. Per jaar is dit in Vlaanderen gemiddeld 1,6 miljoen ton of 1,18 ton per hectare. Omdat het ruimtelijk patroon van bodemverlies door watererosie in Vlaanderen hoofdzakelijk bepaald wordt door het reliëf en de bodemsoort is er een zeer groot verschil tussen het noorden en zuiden van Vlaanderen (figuur 3). In het zuiden is de hellingsgraad hoog en komen leem- en zandleembodems voor die zeer gevoelig zijn voor bodemerrosie door water. In het noorden is de hellingsgraad laag en komen minder erosiegevoelige zandbodems voor. Bijgevolg is het jaarlijks bodemverlies door watererosie zeer laag (gemiddeld < 0,5 ton per hectare per jaar) in de Polders, de Vlaamse Zandstreek en de Kempen. De hoogste erosiewaarden komen voor in de Weidestreek, de Leemstreek en de Zandleemstreek (tabel 2).

Figuur 3: Ruimtelijke spreiding van het gemiddelde jaarlijks bodemverlies door watererosie (Vlaanderen, 1999-2002)



Bron: eigen modeltoepassing (RUSLE).

De temporele variaties in bodemerosie voor de periode 1999-2002 (tabel 2) zijn voornamelijk het gevolg van de aanzienlijke jaarlijkse variaties in neerslag-erosiviteit. Indien we abstractie maken van deze variaties in neerslag-erosiviteit, stellen we vast dat de totale erosie door water in Vlaanderen 1,5 % lager is in 2000 tegenover 1999, uitsluitend omwille van veranderingen in teelt- en bodemgebruik. In 2002 echter is wegens dezelfde reden de totale erosie 1 % hoger dan in 1999 en 2,5 % hoger dan in 2000. Op langere termijn is de invloed van het bodemgebruik wel groter (zie Erosiegevoeligheid van het landgebruik) maar niet modelleerbaar door de beperkte gegevensbeschikbaarheid.

Tabel 2: Begroting van het jaarlijks bodemverlies door watererosie in de verschillende landbouwstroken in Vlaanderen (1999-2002)

		1999	2000	2001	2002
Duinen	ton	855	518	1 091	1 085
	ton/ha	0,1	0,1	0,1	0,1
Polders	ton	18 666	11 339	23 455	22 995
	ton/ha	0,2	0,1	0,2	0,2
Vlaamse Zandstreek	ton	106 489	65 831	139 841	139 347
	ton/ha	0,3	0,2	0,4	0,4
Kempen	ton	41 809	26 342	54 866	55 897
	ton/ha	0,1	0,1	0,1	0,1
Weidestreek	ton	39 342	26 031	54 247	56 545
	ton/ha	7,8	5,1	10,7	11,2
Zandleemstreek	ton	926 881	571 048	1 213 829	1 200 828
	ton/ha	2,3	1,4	3,0	3,0
Leemstreek	ton	378 680	238 563	497 530	495 007
	ton/ha	4,3	2,7	5,6	5,6
Vlaanderen	ton	1 512 720	939 671	1 984 859	1 971 704
	ton/ha	1,1	0,7	1,5	1,5

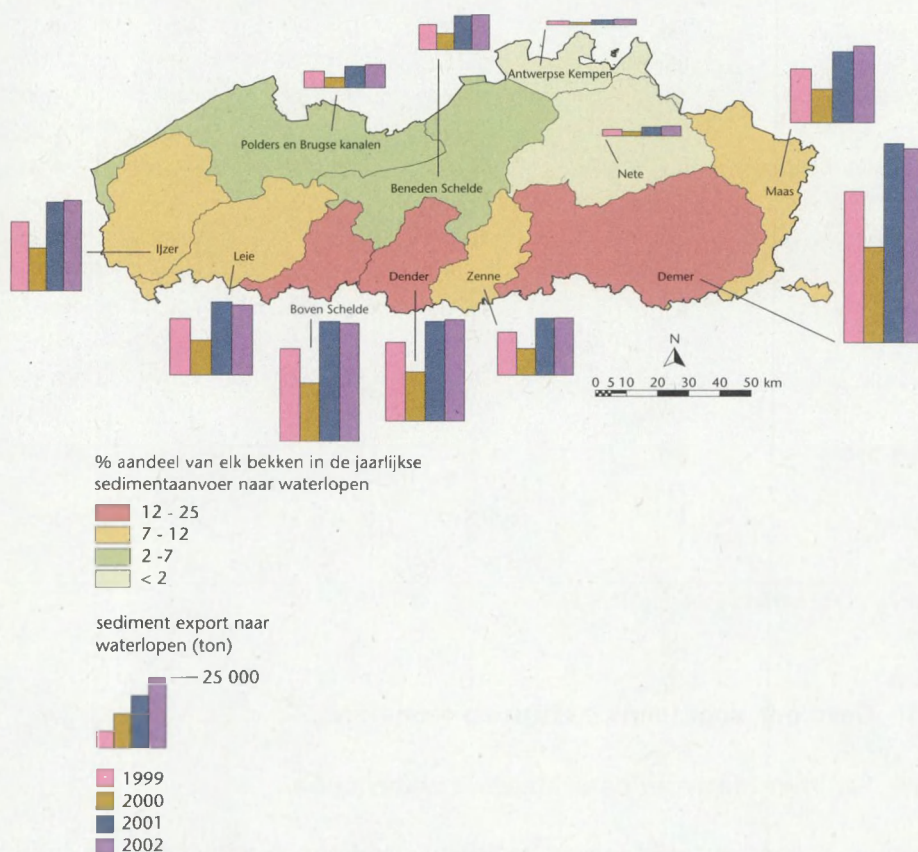
Bron: eigen modeltoepassing (RUSLE).

3 Gevolgen voor mens, natuur en economie

— Sedimentaanvoer naar Vlaamse waterlopen

Figuur 4 toont de temporele en ruimtelijke variatie in gemiddelde jaarlijkse *sedimentaanvoer* naar de Vlaamse waterlopen per hydrografisch bekken voor de periode 1999-2002, en dit op basis van eigen modelberekeningen. De temporele variaties zijn vooral afhankelijk van de neerslagerosiviteit en in mindere mate van de veranderingen in landgebruik. Slechts in beperkte mate (1 tot 2 % gemiddeld) zijn veranderingen in bodemgebruik verantwoordelijk voor de gemodelleerde variaties in sedimentaanvoer. Voor de periode 1999-2002 bedraagt de gemiddelde jaarlijkse bijdrage van Vlaanderen aan de sedimentlast in de Vlaamse waterlopen 358 000 ton waarvan 275 000 ton naar het Scheldebekken (Leie, Boven-Schelde, Beneden-Schelde, Dender, Zenne, Dijle en Nete). Indien ook rekening wordt gehouden met de input van sediment uit Frankrijk en van industriële en huishoudelijke oorsprong, bedraagt een voorzichtige schatting van de totale slibaanvoer naar waterlopen in het Scheldebekken 700 000 tot 800 000 ton.

Figuur 4: Variabiliteit van de jaarlijkse sedimentaanvoer vanuit Vlaanderen naar de rivieren binnen de verschillende hydrografische bekkens (1999-2002)



Bron: eigen modelberekeningen (WaTEM/SEDEM).

De beheersovereenkomsten 'zorgen voor perceelsranden, waterlopen' beheerd door de VLM hebben een eerder beperkte impact op de aanvoer van sediment naar de waterlopen. In 2001 waren er in totaal 46 ha perceelsranden akkerland langsheen een waterloop gesubsidieerd. In 2002 was dit aantal gestegen tot 140 ha. Rekening houdend dat de grasstrook kan variëren in breedte tussen 5 en 10 m, betekent dit dat in 2002 tussen de 140 en 280 km oeverzones door een grasstrook worden 'beschermd' tegen afstromend water dat rechtstreeks afkomstig is van akkerland. Dit is bijzonder weinig ten opzichte van de totale lengte van het waterloppennetwerk in Vlaanderen (ongeveer 31 500 km of 63 000 km oevers).

Sinds januari 2002 is er in Vlaanderen een subsidiereglement van kracht met als specifieke doelstelling het verminderen van de impact van bodemerrosie door water (AMINAL, 2002). Dit erosiebesluit biedt gemeenten financiële steun

bij de opmaak van een *erosiebestrijdingsplan* ten belope van 12,5 euro per hectare. Bovendien worden ook de goedgekeurde ingrepen van dit plan voor 75 % gesubsidieerd. De gesubsidieerde maatregelen zijn op dit ogenblik voornamelijk civieltechnisch (bv. aanleg kleine sedimentopvangbekkens of grasstroken langs perceelsranden) en niet cultuurtechnisch (aanpassing gewasrotaties of teeltmethodes). Hierdoor zal dit subsidiereglement in eerste instantie de hoge sedimentafvoer reduceren en in mindere mate de bodemerosie zelf. Technieken die bodemerosie in belangrijke mate kunnen reduceren zijn o.a. niet-kerende grondbewerking of geen grondbewerking ('no-till'), het dubbel inzaaien van graangewassen in zones van geconcentreerde afvoer, of het niet afvoeren van oogstresten (oppervlak bedekt met mul van maïs-, bieten- en aardappelloof). Tabel 3 geeft een overzicht van de in 2002 en 2003 aangevraagde subsidies. De subsidies zijn voornamelijk bedoeld voor gemeenten met een matige tot aanzienlijke erosie. Na twee jaar is reeds voor 46 % van deze gemeenten een subsidie voor de aanmaak van een erosiebestrijdingsplan goedgekeurd. Deze evolutie moet het mogelijk maken om de MINA-3 plandoelstelling te halen: hierin wordt ernaar gestreefd dat 90% van de gemeenten een erosiebestrijdingsplan heeft opgesteld tegen 2007. Tijdens de komende jaren kan deze steunmaatregel een belangrijke reductie in de sedimentaanvoer naar de waterlopen teweegbrengen, zeker indien ze kan worden aangevuld met subsidies voor teelttechnische maatregelen die ook het bodemerosierisico op het akkerland zelf sterk reduceren. De subsidiëring van zulke maatregelen zijn overigens voorzien voor 2004.

Tabel 3: Subsidies van AMINAL voor het opmaken van gemeentelijke erosiebestrijdingsplannen en voor het uitvoeren van goedgekeurde erosiebestrijdingsmaatregelen (Vlaanderen, 2002 en 2003)

		2002	2003*	totaal
subsidies voor de opmaak van erosiebestrijdingsplannen	aantal gemeenten	39	23	62
	planoppervlakte (ha)	150 634	77 013	227 647
	subsidie (euro)	1 882 924	962 663	2 845 586
subsidies voor het uitvoeren van erosiebestrijdingswerken	aantal gemeenten	15	11	26
	subsidie (euro)	1 812 739	1 473 223	3 285 962
<i>totale subsidie</i>		3 695 663	2 435 886	6 131 548

* De gegevens voor 2003 betreffen aanvragen die principieel zijn goedgekeurd binnen het budgettair kader.

Bron: AMINAL, 2002.

— Financiële implicaties

Bodemerosie en sedimentaanvoer naar waterlopen hebben heel wat milieu-implicaties met aanzienlijke financiële gevolgen. Jaarlijks worden tientallen dorpen in het zuiden van Vlaanderen geconfronteerd met intense modderellende na zware regenbuien, voornamelijk in de maanden mei en juni, wanneer de gewaserosiegevoeligheid bijzonder hoog is voor typische zomergewassen

omwille van de geringe vegetatieve bedekking. Gemiddeld vinden er jaarlijks 1 tot 3 gevallen van *modderoverlast* plaats per 100 km². Zowel de publieke als private schade ten gevolge van modderoverlast heeft een jaarlijkse kost van 10 à 30 euro per hectare voor de frequentst getroffen gemeenten. Voor heel Vlaanderen wordt de totale jaarlijkse kostprijs geraamd op 11 à 33 miljoen euro. Verder dient ook de psychologische schade bij frequent getroffen inwoners niet onderschat te worden (Verstraeten *et al.*, in druk).

De aanvoer van sediment naar de waterlopen leidt o.a. tot de dichtslibbing van wachtbekkens en slibvangen, vaak al binnen een termijn van enkele jaren, met frequente ruiming tot gevolg die een belangrijke natuurverstoring inhouden. Het ruimen van wachtbekkens brengt een jaarlijkse kost van 6 tot 12 miljoen euro met zich mee, afhankelijk van de mate waarin het sediment vervuild is. In 1999 was er nood aan het ruimen van minstens 10 miljoen m³ sediment uit de Vlaamse rivieren, wat een kostprijs vertegenwoordigde van 235 miljoen euro (Cauwenberghs, 2000). De jaarlijkse slibaangroei bedraagt zo'n 1,2 miljoen m³, wat een actuele ruimingskost van 32 miljoen euro vertegenwoordigt. Deze stroomafwaartse implicaties van bodemerosie zijn vaak financieel belangrijker dan de lokale implicaties, alhoewel deze laatste toch ook niet onderschat mogen worden. Gewasschade kan optreden als kiemplanten door intense bodemerosie worden weggespoeld of volledig met sediment worden bedekt. Vooral zomer-gewassen zoals suikerbieten of aardappelen worden vaak getroffen. Jaarlijks kan tot 3 % van het totaal areaal van deze teelten vernield worden wat overeenstemt met 12 miljoen euro.

Voor de hierboven aangehaalde gevolgen kan de totale jaarlijkse kost van bodemerosie en sedimentaanvoer in Vlaanderen begroot worden op 60 tot 90 miljoen euro (Verstraeten *et al.*, in druk). Andere milieu-implicaties (bv. verstoring van rivierecologie door baggeren of verwerken van vervuild slib) zijn hierin niet meegerekend.



Meer informatie in het achtergronddocument Bodemerosie op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

AMINAL (2002) Wegwijzer doorheen het erosiebesluit; subsidies voor plannen en werken, Infobrochure van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Land, Brussel.

Cauwenberghs K. (2000) Begroting en ruimtelijke afbakening van sedimentafvoer: bodemerosiemodellering op stroomgebiedsniveau: een bodemerosiekaart voor Vlaanderen, Studiedag Erosiebestrijding in Vlaanderen, Technologisch Instituut, genootschap Land, Natuur en Water, 27/09/2000, Bierbeek.

Verstraeten G., Poesen J., Goossens D., Gillijns K., Bielders C., Gabriels D., Ruys-schaert G., Van Den Eeckhaut M., Vanwallegghem T., Govers G. Soil erosion in Belgium In: Boardman J., Poesen J. (eds.) Soil Erosion in Europe. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK (in druk).

Lectoren

Raf Bouckaert, BAYER Antwerpen nv

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Eddy Poelman, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Martien Swerts, Afdeling Land, AMINAL

Bernard Vanheusden, Limburgs Universitair Centrum

Hugo Westyn, Electrabel

Patrick Wilmots, Planningsgroep GMO-OVAM

2.21 Niet-ioniserende straling

Christof Olivier, Luc Martens, Vakgroep Informatietechnologie, UGent

Gilbert Decat, Integrale Milieustudies, Vito

Myriam Bossuyt, MIRA, VMM

Niet-ioniserende straling wordt door allerlei bronnen in ons milieu opgewekt. Tegenwoordig bekommeren bevolking en overheid zich het meest om de eventuele gezondheidsrisico's van het *50 Hz magnetisch veld van elektrische installaties* (ELF of extreem lage frequentie (30 - 300 Hz)) enerzijds en de *radiofrequentie of RF-straling van zendmasten voor mobiele communicatie* (GSM-masten, 900 - 1 800 MHz), *FM-radio en TV-omroep* (80 MHz - 1 GHz) anderzijds. Over andere bronnen van niet-ioniserende straling zijn weinig nieuwe gegevens bekend.

Hoewel er geen verband tussen oorzaak en gevolg bewezen is, werd voor het *50 Hz magnetisch veld* een epidemiologische associatie gevonden tussen de blootstelling aan een gemiddelde veldsterkte van tenminste 0,4 μT en kinderleukemie (Ahlbom *et al.*, 2000). Deze studie was opgebouwd uit 9 studies waarvan de gepoolde ruwe gegevens geanalyseerd werden. Het gevonden relatief risico was 2 en komt overeen met 1 tot 3 extra leukemiegevallen per 100 000 blootgestelde kinderen (tussen 0 en 15 jaar) per jaar. Berekend voor Vlaanderen zou dit betekenen dat er maximaal 0,55 leukemiegevallen per jaar (of ongeveer 1 om de 2 jaar) door blootstelling aan het magnetisch veld van hoogspanningslijnen zouden bijkomen op voorwaarde dat er een verband bestaat tussen oorzaak en gevolg.

De elektromagnetische velden uitgezonden door *zendmasten voor mobiele communicatie en omroep* veroorzaken een verwaarloosbare opwarming van het menselijk lichaam. Daarnaast is er ook sprake van niet-thermische biologische effecten waarvan verder onderzoek moet leiden tot definitieve besluiten.



Magnetische veldbelasting van het bovengronds hoogspanningsnet

?

Gemiddeld uitgezonden vermogen per oppervlakte door zendmasten voor omroep en mobiele communicatie



Magnetisch inductieveld (B-veld) rond hoogspanningslijnen



Elektrisch veld rond GSM-zendmasten



Bevolking blootgesteld aan gemiddeld magnetische veld van $0,4 \mu\text{T}$



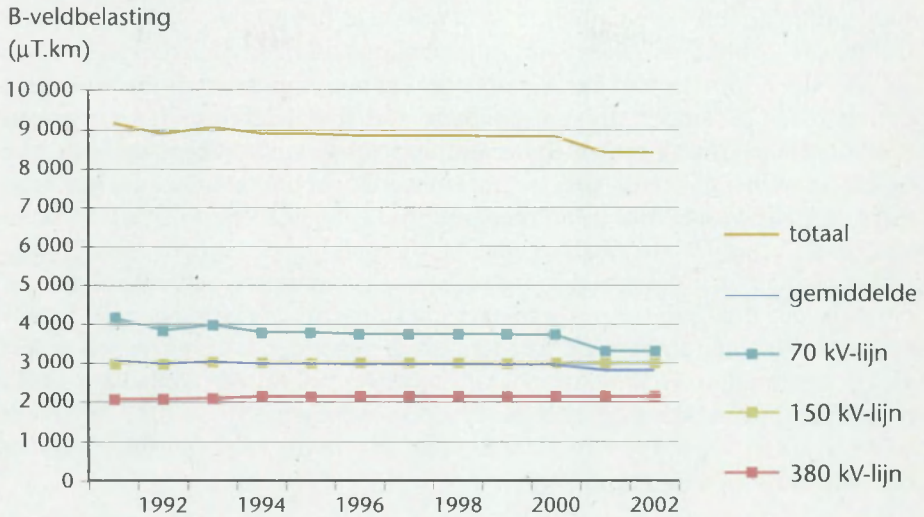
Specifiek Absorptie Tempo (SAT) veroorzaakt door zendmasten voor mobiele communicatie

1 Milieudruk

— Magnetische veldbelasting van het bovengronds hoogspanningsnet

Alle types hoogspanningslijnen brengen elektriciteit, op optimale wijze van de productiecentra naar de consument. Bij dit transport van elektriciteit ontstaan er zowel magnetische velden (B-velden) als elektrische velden (E-velden). Het transport kan gebeuren via bovengrondse hoogspanningslijnen of via ondergrondse hoogspanningskabels. Ondergrondse kabels worden zoveel mogelijk in optimaal veldverzwakkende configuraties (bv. klaverbladstructuur) in infrastructuurwerken (bv. langs snelwegen) gelegd. In 2002 was de totale geografische lengte van het ondergronds net 2 577 km en van de luchtlijnen 5 604 km.

Door de geografische lengte van het lucht netwerk in Vlaanderen, dat 56 % van het Belgisch net bedraagt, te vermenigvuldigen met het B-veld veroorzaakt door de bovengrondse hoogspanningslijnen bekomt men de zogenaamde *B-veldbelasting* ($\mu\text{T.km}$). Deze B-veldbelasting geeft de globale emissie door het bovengronds hoogspanningsnet in Vlaanderen. Figuur 1 geeft het verloop van de B-veldbelasting per lijntype, de gemiddelde en totale veldbelasting van de verschillende typen luchtlijnen in Vlaanderen tijdens de periode 1991 tot 2002. Bij gebrek aan betrouwbare meetgegevens van het magnetisch veld rond het ondergronds net, kon enkel het verloop van de B-veldbelasting van het lucht net berekend worden.

Figuur 1: B-veldbelasting door luchtlijnen (Vlaanderen, 1991-2002)

Bron: Vito.

In het algemeen verloopt de B-veldbelasting vrij constant tot in 2000. Omdat vanaf dan meer 70 kV-luchtlijnen ondergronds geplaatst werden, en daardoor ook het 70 kV luchtnet waarschijnlijk minder belast is, neemt de B-veldbelasting door luchtlijnen evenredig af met de lengte van de ondergronds geplaatste 70 kV-lijnen. Bij het ondergronds plaatsen, neemt de algemene B-veldbelasting in de woonkernen af. Indien rekening gehouden wordt met het 30 en 36 kV-net, bedraagt de geografische lengte van het ondergronds net 46 % van het bovengrondse.

— Gemiddeld uitgezonden vermogen per oppervlakte door zendmasten voor omroep en mobiele communicatie

Elektromagnetische velden laten toe om zonder fysieke drager (bv. een telefoonkabel) aan de lichtsnelheid *informatie over te dragen*. Het uitzenden van elektromagnetisch vermogen is dan ook de essentiële voorwaarde om draadloze communicatie tot stand te brengen. In het KB van 29 april 2001 wordt aan operatoren van zendmasten in het frequentiegebied 10 MHz tot 10 GHz opgelegd dat het uitzendvermogen per antenne maximaal moet worden beperkt, rekening houdend met een kwalitatieve dienstverlening.

Om het *gemiddeld uitgezonden elektromagnetisch vermogen per oppervlakte* te berekenen, beperken we ons tot zendmasten voor omroep en mobiele communicatie in het frequentiegebied 10 MHz tot 10 GHz. Deze toepassingen hebben namelijk als doel om door middel van hun uitgezonden elektromagnetisch vermogen op het volledige Vlaamse grondgebied een bepaalde dienst aan te bieden (radio, televisie, mobiele telecommunicatie). Ondanks het feit dat we ons

beperken tot basisstations en omroepzenders als bronnen van RF elektromagnetische golven, zijn de gegevens van uitgezonden vermogens enkel fragmentarisch beschikbaar. Het Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie (BIPT) verzamelt in het kader van het KB van 29 april 2001, de technische karakteristieken van alle zendinstallaties geïnstalleerd sinds 29 december 2001 en van een beperkt deel van de zendmasten die voor deze datum reeds bestonden, in een databank. Het totaal uitgezonden vermogen door zendmasten voor mobiele telecommunicatie werd berekend op basis van de BIPT-databank, waarna geëxtrapoleerd werd voor het totaal aantal basisstations in Vlaanderen. Voor de omroepantennes zijn gegevens, verstrekt door de VRT en de Administratie Media, gebruikt. Op basis van deze gegevens werd het totaal vermogen uitgezonden door zendmasten voor mobiele communicatie en omroep voor 2002 berekend en kan het totaal uitgezonden vermogen per oppervlakte in Vlaanderen bepaald worden. Dit uitgezonden vermogen per oppervlakte bedraagt 71 W/km^2 in 2002. In de toekomst zal een vollediger beeld mogelijk zijn naarmate er meer bestaande zendmasten in de BIPT-databank zullen worden opgenomen (waaronder ook andere toepassingen zoals private mobiele radio en amateur radio).

Er kan verwacht worden dat de vermogens in de toekomst zullen toenemen door het toenemend aantal *zendmasten*, o.a. wegens de ontplooiing van het UMTS-netwerk in 2004.

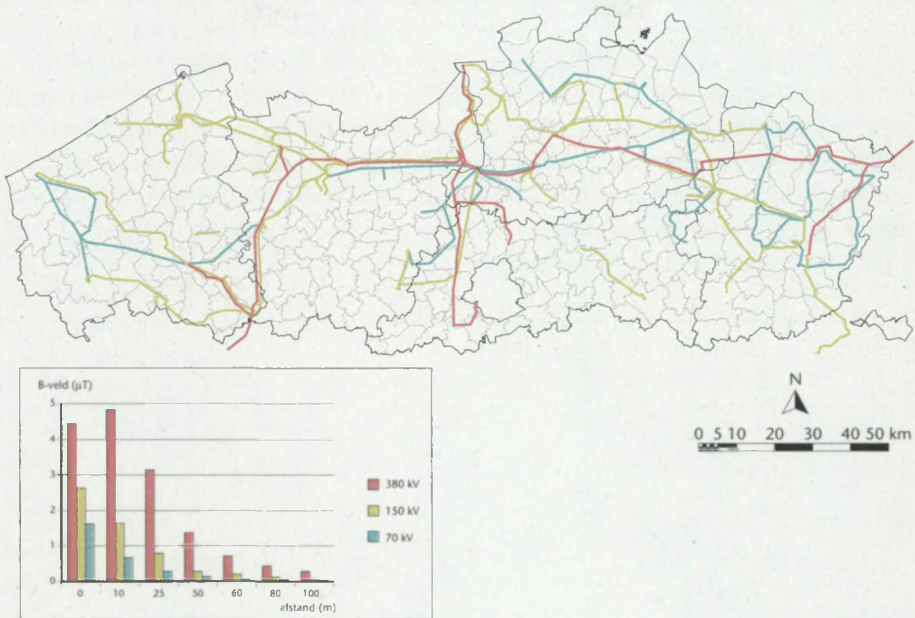
Het gebruik van digitale technieken (DAB, DVB-T) zorgt er weliswaar voor dat het RF-vermogen efficiënter gebruikt wordt. Analoge *omroepzenders* zullen toch nog een tijd blijven bestaan, zodat ook voor de omroepantennes een toename van het uitgezonden vermogen kan verwacht worden.

2 Milieukwaliteit

— Magnetisch inductieveld (B-veld) rond hoogspanningslijnen

De velden die in de omgevingslucht van hoogspanningslijnen voorkomen, zijn respectievelijk het ELF elektrisch veld (E-veld) en het magnetisch inductieveld (B-veld). De sterkte van het B-veld is hoofdzakelijk afhankelijk van de effectieve stroombelasting van de hoogspanningslijn en de afstand tot de hoogspanningslijn. Figuur 2 toont het 70, 150 en 380 kV luchtlijnennet in Vlaanderen en de berekende sterkte van het B-veld i.f.v. de afstand tot de lijn voor normaal voorkomende gemiddelde stroombelastingen en lijnhoogtes.

Figuur 2: Luchtlijnennet van Vlaanderen met B-veld in functie van de afstand tot de respectievelijke lijnen (Vlaanderen, 2002)



Bron: Vito.

361

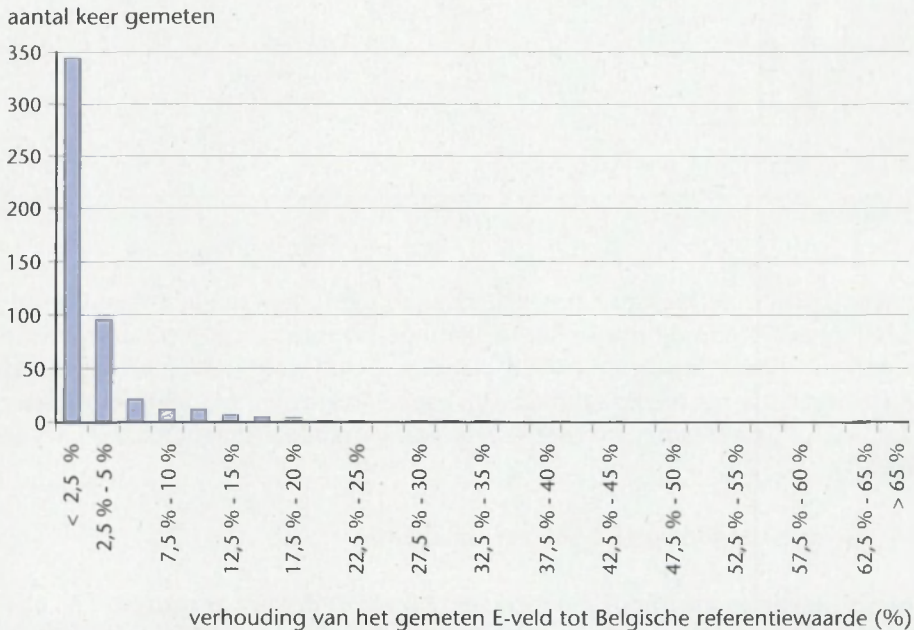
Eenzijds is de sterkte van het B-veld van alle luchtlijnen in Vlaanderen beduidend zwakker dan de maximaal toelaatbare waarde van $100 \mu\text{T}$ die voor de algemene bevolking in de ICNIRP-richtlijn (1998) voorgesteld wordt. Maar anderzijds is de veldsterkte binnen een bepaalde afstand tot luchtlijnen groter dan $0,4 \mu\text{T}$ (zie Bevolking blootgesteld aan gemiddeld magnetisch veld van $0,4 \mu\text{T}$).

— Elektrisch veld rond GSM-zendmasten

In het KB van 29 april 2001, gewijzigd bij KB van 21 december 2001 over de *normering van zendmasten* voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz, wordt een norm opgelegd voor het elektrisch veld veroorzaakt door deze zendmasten, die twee maal strenger is voor het elektrisch veld dan de referentieniveaus gegeven in de ICNIRP-richtlijn (ICNIRP, 1998). De norm correspondeert bij 100 MHz (FM-radio) met $13,7 \text{ V/m}$; voor GSM-zendmasten geldt bij 900 MHz een limiet van $20,6 \text{ V/m}$ en bij 1800 MHz een limiet van $29,1 \text{ V/m}$. Aangezien de bevolking zich bijna altijd in het verreveld rond de zendmast bevindt, is de norm voor het magnetisch veld equivalent met de norm voor het elektrisch veld. Operatoren van zendmasten in deze band zijn verplicht om d.m.v. een dossier aan te tonen dat ze aan deze normen voldoen. Het BIPT controleert dit.

Figuur 3 toont de gecumuleerde verhouding van het gemeten elektrisch veld tot het referentieniveau voor 510 meetposities in de buurt van 59 GSM-zendmasten in Vlaanderen. In meer dan 85 % van de meetposities lagen de elektrische veldwaarden meer dan 20 maal onder de Belgische referentieniveaus, en slechts in 7 % van de posities was de gecumuleerde verhouding groter dan 10 % van de Belgische norm. De velden zijn veelal gemeten op toegankelijke plaatsen waar de uitgezonden velden maximaal waren. Dit geeft dus geen correct beeld van de typische blootstelling aan elektromagnetische straling van GSM-zendmasten in Vlaanderen maar wel een 'worst case' beeld. Een uitgebreidere studie is nodig om een blootstellingskaart van Vlaanderen te maken. Daarbij moet niet alleen rekening gehouden worden met GSM-straling maar ook met de bijdrage van alle andere bronnen van RF-straling.

Figuur 3: Gecumuleerde verhouding van het gemeten elektrisch veld tot de Belgische norm (Vlaanderen, 1998-2003)



Bron: UGent.

3 Gevolgen voor mens

Volgens de gezondheidsenquête van 2001 ervaart 0,8 % van de 1 775 geïnterviewde huishoudens in het Vlaamse gewest hinder van de elektromagnetische velden veroorzaakt door hoogspanningslijnen of GSM-zendmasten, tegenover 1,9 % van de 5 305 ondervraagde Belgische huishoudens (WIV, 2001).

— Bevolking blootgesteld aan gemiddeld magnetische veld van 0,4 μT

Op basis van het in de inleiding vermelde epidemiologisch onderzoek dat resulteerde in het vastleggen van een 0,4 μT drempel, klasserde het IARC in 2001 de ELF elektromagnetische velden als 'mogelijk kankerverwekkend voor de mens'. Bovendien overweegt de overheid in Nederland in haar ontwerp van nieuwbouwplannen rekening te houden met het 0,4 μT criterium om de blootstelling van de bevolking zo veel mogelijk te reduceren (Kelfkens et al., 2003). België beschikt niet over een blootstellingsnorm zodat bevoegde instanties kunnen overwegen om bij het ontwerpen van nieuwbouwplannen de 0,4 μT -contour toe te passen. Het verminderen van het stroomgebruik in de sectoren industrie, handel & diensten en bevolking zou een globale veldverzwakking (hoe miniem die ook mag zijn) met zich mee kunnen brengen. De vragen hierbij zijn hoe groot de stroomgebruikvermindering moet zijn om een substantiële blootstellingsreductie te bekomen en in hoeverre de mens zijn elektrisch comfort wil verminderen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de 0,4 μT -contour gerekend vanaf de laagste geleider van de lijn.

Tabel 1: 0,4 μT afstand (m) bij verschillende werkingscapaciteiten (wkc) van de betrokken luchtlijnen in Vlaanderen (2002)

werkingscapaciteit* van de lijn (%)	lijntype (kV)		
	70	150	380
25	9	15	33
50	18	30	66
75	27	43	98
100	36	58	130

* De maximale werkingscapaciteit (100 %) of stroombelasting is de maximale stroombelasting die in periode 2000 – 2001 door Elia geregistreerd werd.

Bron: Vito.

De afstand tot waarop een magnetisch veld van 0,4 μT teruggevonden wordt, varieert tussen 9 m en 130 m. Noteer dat de lijnen gedurende (35 $\pm$ 17) % van de tijd werken tussen 50 en 75 % van de maximale stroombelasting die in de periode 2000 – 2001 geregistreerd werd. Bovendien werken ze slechts voor (4,5 $\pm$ 3,5) % van de tijd tussen 75 % en 100 % van deze stroombelasting.

Uitgaande:

- van de geografische lengte van het luchtlijnennet (Elia, 2002);
- van de 0,4 μT contour bij 50 % en 100 % (worst case) werkingcapaciteit (tabel 1);

- dat 5 %, 4,6 % en 2 % van het respectievelijk aantal km 70, 150 en 380 kV- luchtlijn de bebouwde kom doorkruist (Elia, ongepubliceerde gegevens);
- van de bevolkingsstatistieken van NIS-INS (2002) getransformeerd naar de bevolkingsdichtheid in de bebouwde kom;

wordt geschat dat ongeveer 0,7 % (bij wkc = 50 %) en respectievelijk 1,4 % (bij wkc = 100 %) van de Vlaamse bevolking blootgesteld wordt aan een gemiddeld B-veld van 0,4 μ T.

— Specifiek Absorptie Tempo (SAT) veroorzaakt door zendmasten voor mobiele communicatie

Het *specifiek absorptie tempo (SAT)* wordt gebruikt als maat voor het relateren van *thermische effecten* aan de blootstelling aan RF niet-ioniserende straling. Op basis van de gemeten elektrische velden rond zendmasten wordt het SAT uitgemiddeld over heel het lichaam berekend. Voor het maximaal gemeten elektrisch veld correspondeert dit met een SAT van 0,008 W/kg, of 2,5 keer onder de Belgische norm van 0,02 W/kg. Voor 75 % van de gemeten posities in Vlaanderen ligt de SAT, uitgemiddeld over het hele lichaam, meer dan 1 000 maal onder de Belgische norm, terwijl voor 93 % van de meetposities, de corresponderende SAT meer dan 100 maal onder de Belgische limiet ligt. Bij de berekening van de SAT wordt verondersteld dat de koppeling tussen het menselijk lichaam en de invallende golven maximaal is en dat voor signalen met een in de tijd variërend vermogen (zoals signalen voor mobiele communicatie), er van uitgegaan werd dat ze continu met maximaal vermogen aanwezig zijn. De werkelijke SAT zal dus in normale omstandigheden lager zijn dan de hierboven aangehaalde waarden.

Naast de bewezen thermische effecten worden *niet-thermische biologische effecten* onderzocht op celculturen en proefdieren. Tot op heden is er geen reproduceerbaar schadelijk biologisch effect gevonden. Bij de mens worden gedragsstoornissen zoals slapeloosheid, hoofdpijn en duizeligheid en de invloed op denk- en reactieprocessen onderzocht, wat recent controversiële resultaten opleverden. Er is meer onderzoek nodig om besluiten te treffen over de impact van niet-thermische biologische effecten op de gezondheid.



Meer informatie in het achtergronddocument Niet-ioniserende straling op www.milieurapport.be/AG

Referenties

Ahlbom A., Day N., Feychting M., Roman E., Skinner J., Dockerty J., Linet M., McBride M., Michaelis J., Olsen J.H., Tynes T., Verkasalo P.K. (2000) A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia, *Br. J. Cancer*, **83**, 692-698.

Elia (2002) Activiteitenverslag – Jaarverslag 2002.

IARC/CIRC – (International Agency for Research on Cancer)/(Centre Internationale de Recherche sur le cancer) (2001) Le CIRC met en evidence des indications limitées selon lesquelles les champs magnétiques domestique accroissent le risque de leucémie chez l'enfant. Communiqués de presse du CIRC, Lyon, 27-06-2001.

ICNIRP – International Commission on Non-ionising Radiation Protection (1998) Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz), *Health Physics*, **74**, 494-522.

Kelfkens G., Pennders R., Pruppers M. (2003) Plannen voor nieuwbouwwoningen bij bovengrondse hoogspanningslijnen, RIVM rapport 610150004/2003.

Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (WIV) (2002) Gezondheidsenquête door middel van Interview, België 2001, Deel 6: Gezondheid en Samenleving, IPH/EPI Reports nr. 2002 – 22, <http://www.iph.fgov.be/epidemio/epinl/index4.htm>

Lectoren

Philippe Cornille, SGS Environmental Services

Maurits De Ridder, Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde, UGent

Birgit Dumez, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

David Erzeel, BIPT

Jean Hoeffelman, ELIA

Frédéric Lefèvre, BFE

Gerrit Tilborghs, Gezondheidsinspectie coördinatie, Departement WVC

Hugo Westyn, Electrabel

Gebruik van genetisch 2.22 gemodificeerde organismen

Dirk Reheul, Veerle Christiaens, Vakgroep Plantaardige Productie, UGent

Yann Devos, Sectie Bioveiligheid en Biotechnologie, WIV

René Custers, VIB

Stijn Overloop, MIRA, VMM

Een genetisch gemodificeerd organisme (GGO) is een organisme waarin het genetisch materiaal is veranderd op een wijze die van nature niet mogelijk is (MEMO/02/160-REV., 2003). Daarbij wordt een extra eigenschap toegevoegd of bestaande eigenschappen worden gewijzigd. Het is mogelijk erfelijk materiaal uit te wisselen over de verschillende levensvormen heen: tussen bacteriën, virussen, schimmels, gisten, planten en dieren, inclusief de mens.

De *biotechnologiesector* is een jonge sector en ze deelt haar vakgebied op in drie kleuren. De rode biotechnologie staat voor medische toepassingen. De witte of industriële biotechnologie houdt zich bezig met het gebruik van gisten, schimmels of bacteriën om nuttige producten te maken zoals enzymen, chemicaliën of nieuwe materialen (biologisch afbreekbare plastics, nieuwe soorten vezels ...). De groene biotechnologie staat voor toepassingen in de landbouw. Dit hoofdstuk handelt in belangrijke mate over de groene biotechnologie. Voor genetisch gemodificeerde gewassen (GGG's) gebruiken we de term 'transgene gewassen'.

De mogelijkheden die GGO's voor verschillende toepassingen bieden, maken dat er heel wat onderzoeks- en ontwikkelingswerk gebeurt. Zoals voor elke nieuwe technologie geldt, kunnen wetenschappers niet met 100 procent zekerheid voorspellen wat de gevolgen zullen zijn van de introductie van GGO's in het leefmilieu en in de voeding. Hierover bestaat anno 2003 nog wetenschappelijke onenigheid. Een GGO dat in het leefmilieu terechtkomt, kan zich namelijk voortplanten en verspreiden zodat het moeilijk is om de *potentiële verstoring* ongedaan te maken. De wetgeving rond GGO's wordt op Europees niveau geregeld en gedirigeerd. Omwille van de potentiële verstoring van o.a. het milieu, speelt het *voorzorgsprincipe* hierin een belangrijke rol. Tevens eist de huidige Europese wetgeving de consultatie van het publiek bij de introductie van GGO's in het leefmilieu en bij het op de markt brengen van GGO's. De jongste jaren waren er in België verschillende initiatieven om het maatschappelijk debat rond GGO's aan te zwengelen.

Sinds 1998 verhindert een *de facto moratorium* de verdere commercialisering van GGG's in de Europese Unie (EU). Een aantal landen vond aanvullende wetgeving noodzakelijk alvorens nog meer GGG's op de Europese markt toe te laten.

In 2001 verving de strengere 2001/18/EG richtlijn al de ‘oude’ 90/220/EG richtlijn. En op 18 oktober 2003 werden twee nieuwe verordeningen van het Europees Parlement en de Raad gepubliceerd. De eerste verordening (EG Nr. 1829/2003) regelt de markttoelating van GG-voeding én GG-veevoeders (Genetically Modified Food and Feed, afgekort GMFF). De tweede verordening (EG Nr. 1830/2003) handelt over de traceerbaarheid en etikettering van GGO's en producten afkomstig van GGO's. Met de publicatie van beide verordeningen is een cruciale stap gezet om aan de bezwaren van de oppositievoerende landen tegemoet te komen, wat kan leiden tot de opheffing van het moratorium. Als het Europees moratorium verdwijnt, dan kunnen transgene gewassen een opmars maken in de EU op voorwaarde dat telers en consumenten transgene gewassen en afgeleide voedingsmiddelen accepteren.

Met de mogelijke introductie van transgene gewassen komt de *coëxistentie* met niet-transgene gewassen op het voorplan. Het is immers mogelijk dat vreemde genen uit een transgeen gewas een niet-transgeen gewas beïnvloeden. Als de consument moet kunnen beslissen of hij al dan niet genetisch gewijzigd voedsel wil, dan moeten we de interactie tussen transgene en niet-transgene gewassen kunnen begrijpen, sturen en controleren.

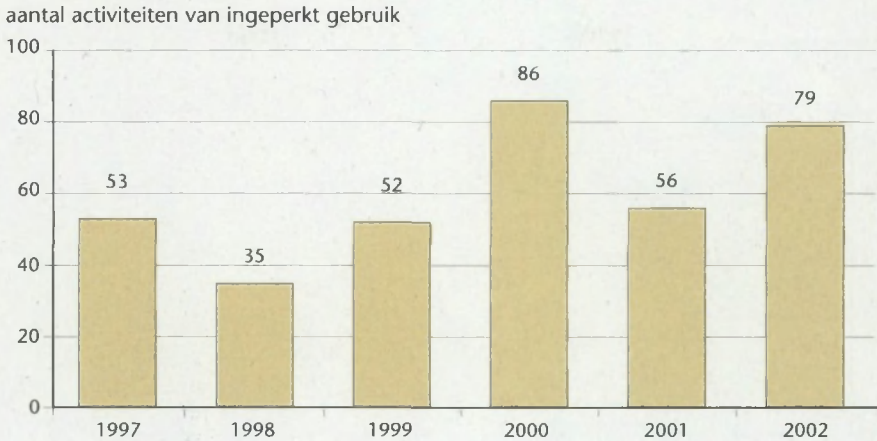
Deze tekst schetst achtereenvolgens de activiteiten en milieudruk rond GGO's, aspecten van de gevolgen voor mens, natuur en economie en tot slot de initiatieven tot burgerparticipatie rond dit onderwerp.

Ingeperkt gebruik van GGO's in Vlaanderen	geen trend
Veldproeven met transgene gewassen in België	dalende trend
Rassenproeven met transgene gewassen	dalende trend
Transgene gewassen wereldwijd	stijgende trend

1 **Activiteiten en milieudruk**

— **Ingeperkt gebruik van GGO's in Vlaanderen**

Het aantal *ingeperkte activiteiten* met GGO's verandert weinig (figuur 1). Met ingeperkt gebruik van GGO's bedoelt men het gebruik van GGO's in besloten milieu, zoals een laboratorium of reactor.

Figuur 1: Aantal activiteiten van ingeperkt gebruik (Vlaanderen, 1997-2002)

Bron: Sectie Bioveiligheid en Biotechnologie, WIV.

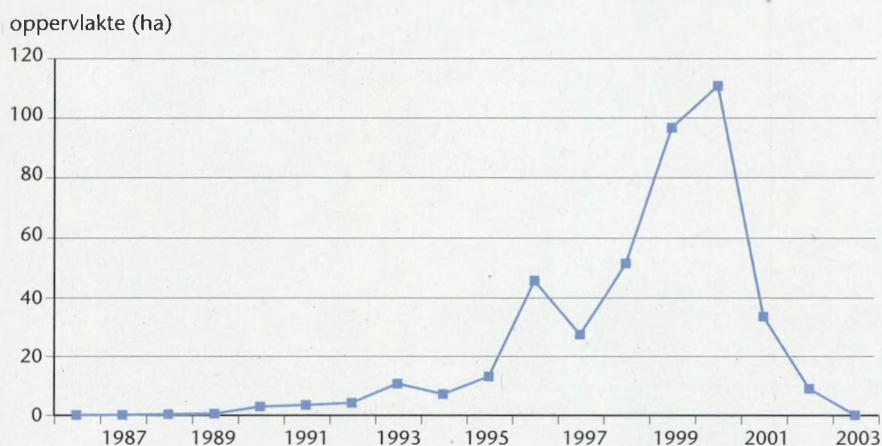
Het grootste deel van de ingeperkte activiteiten met GGO's (82 %) in 2002 staat onder de noemer 'onderzoek en ontwikkeling'. Andere soorten van ingeperkt gebruik zijn terug te vinden in de productiesector, onderwijsinstellingen, klinisch onderzoek, diagnostiek en de kwaliteitscontrole. Begin 2002 telde Vlaanderen 26 zuivere biotechbedrijven, wat een toename van 44 % betekent t.o.v. 2000 (PricewaterhouseCoopers, 2002).

In vergelijking met het introduceren van transgene gewassen in het leefmilieu en GGO's op de markt, zijn de risico's bij het ingeperkt gebruik van GGO's beter controleerbaar.

— Veldproeven met transgene gewassen in België

Het uitvoeren van veldproeven met transgene gewassen is in België niet toegestaan zonder voorafgaande toelating. Figuur 2 geeft de evolutie weer van de totale oppervlakte aan *veldproeven met transgene gewassen* in België. Naast de commerciële biotechnologiebedrijven zijn ook universiteiten initiatiefnemers voor veldproeven.

Figuur 2: Totale oppervlakte aan veldproeven met transgene gewassen (België, 1985-2003)



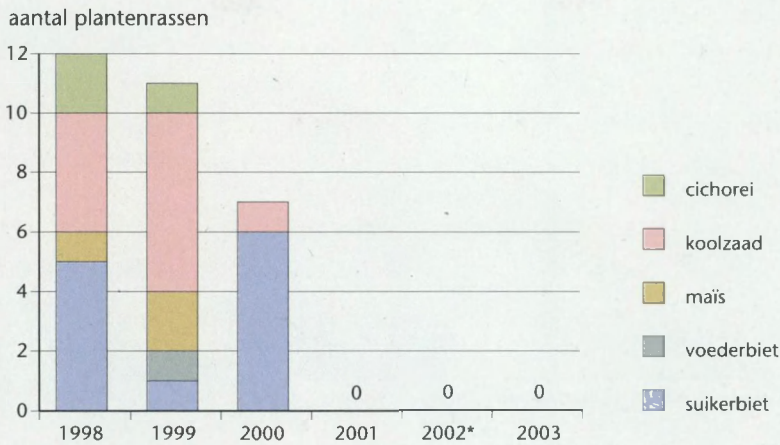
Bron: Sectie Bioveiligheid en Biotechnologie, WIV.

Het areaal aan veldproeven kende in 2000 een hoogtepunt. In 2003 waren er geen veldproeven meer. De belangrijkste oorzaak ligt bij de commerciële biotech-sector die in 2003 geen proeven meer heeft voorgesteld. Zij wil dat de regering klaarheid schept in de regelgeving over de experimentele introductie van GGO's in het milieu (Richtlijn 2001/18/EG). Tot nu toe is deze richtlijn niet omgezet in nationale wetgeving. Bovendien is in 2003 de enige aangevraagde proef niet doorgegaan omdat de bevoegde ministers geen toelating gaven. Anderzijds blijft er in Vlaanderen veel *oppositie tegen veldproeven* want 34 gemeenten hebben formeel bekend dat zij GGO-vrij wensen te blijven.

— Rassenproeven met transgene gewassen

In Europa geldt de regel dat een plantenras alleen mag verkocht worden als het op een nationale of Europese rassencatalogus staat. Om op een rassencatalogus te komen, moeten nieuwe rassen met succes *officiële rassenproeven* doorstaan. De eerste aanzet tot commercialisering is daarom de deelname aan rassenproeven. De jongste 3 jaar heeft geen enkel transgeen gewas deelgenomen aan deze officiële rassenproeven in België (figuur 3) en daarom zullen de komende jaren geen transgene rassen in de Belgische catalogus staan. In de buurlanden, waar ze dezelfde rassen telen als bij ons, is de situatie analoog zodat we de eerstkomende jaren geen transgene gewassen moeten verwachten in Vlaanderen.

Figuur 3: Aantal nieuwe transgene plantenrassen in de officiële Belgische rassenproeven (1998-2003)



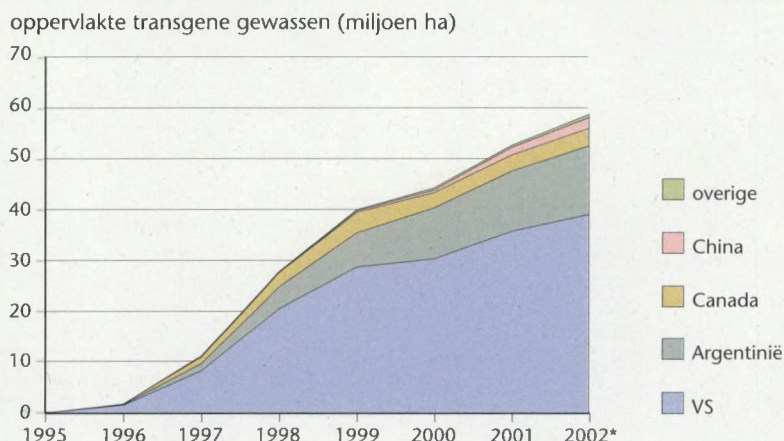
* Cijfers vanaf 2002 gelden enkel voor Vlaanderen omdat van dan af de rassenproeven in België geregionaliseerd werden.

Bron: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Kwaliteit Landbouwproductie.

— Transgene gewassen wereldwijd

Sedert de introductie van transgene gewassen in 1996, neemt de teelt ervan elk jaar toe in de wereld (figuur 4). In 2002 schatte men het *wereldareaal transgene gewassen* op 58,7 miljoen hectare (James, 2002). Parallel met het areaal, steeg het aantal landen dat transgene gewassen teelde (6 in 1996 tot 16 landen in 2002). Officieel namen vier landen 99 % van het areaal aan transgene gewassen in beslag: VS, Argentinië, Canada en China. Ondanks het officiële verbod, groeit er 'illegaal' veel transgene soja in Brazilië, wat niet in figuur 4 is opgenomen. Spanje is het enige EU-land waar anno 2003 transgene maïs groeit.

Op enkele kleine gewassen na, ging het in 2002 over transgene soja (62 % van het wereldareaal met transgene gewassen), maïs (21 %), katoen (12 %) en koolzaad (5 %). Transgene soja neemt al de helft van het totale wereldareaal aan soja in beslag. Voor katoen, koolzaad en maïs is dit respectievelijk 20 %, 12 % en 9 %. Het belangrijkste kenmerk is herbicidentolerantie die voorkomt in soja, maïs en katoen. Op de tweede plaats komt insectenresistentie.

Figuur 4: Transgeen gewasareaal (wereld, 1995-2002)

* prognose

Bron: International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, www.isaaa.org

Deze sterke toename van het transgeen wereldareaal is deels te verklaren door een *minder lastige toelatingsprocedure* voor transgene gewassen in landen buiten de EU. De VS zijn anno 2003 wel van plan om een vergunning te eisen voor experimenten met transgene gewassen voor industriële toepassingen.

Of transgene gewassen *voordelen* opleveren ten opzichte van niet-transgene gewassen, blijft een onderwerp van discussie die afhangt van het getransformeerde gewas en de ingebouwde eigenschap(en). In de VS biedt het telen van de huidige transgene gewassen (herbicidenresistentie en/of insectenresistentie) voor de landbouwer meer flexibiliteit en comfort tijdens de teelt en dit is vaak een voldoende reden om te kiezen voor transgene gewassen.

2 Gevolgen voor mens, natuur en economie

— Coëxistentie

Als we straks in de EU transgene gewassen verbouwen naast niet-transgene, dan rijst de vraag onder welke voorwaarden ze naast elkaar kunnen bestaan (= coëxistentie). Onder meer door (1) onvermijdelijke *stuifmeeloverdracht*, (2) *opslag*, (3) *mechanische vermenging* tijdens oogst, verwerking, opslag en distributie is aan vermenging van transgene en niet-transgene gewassen niet te ontkomen.

Het optreden van accidentele vermenging met toegelaten transgeen materiaal betekent niet dat het onzuiver product schadelijk geworden is. De EU-wetgeving laat immers alleen de teelt toe van transgene gewassen die uit-

vourig geëvalueerd zijn en volgens deze evaluatie veilig bevonden zijn. Wel zijn er in geval van vermenging socio-economische gevolgen zodra de overeengekomen drempelwaarde voor etikettering wordt overschreden. Een teler of verwerker kan zo'n product niet meer als GGO-vrij verkopen. Vooral in de biologische landbouw kan dit een grote inkomstenderving betekenen. De biologische landbouw hanteert in België immers een *nultolerantie*. Omgekeerd kan de zuiverheid van een transgeen gewas met bijzondere eigenschappen worden aangetast na genetische vermenging met een niet-transgeen gewas.

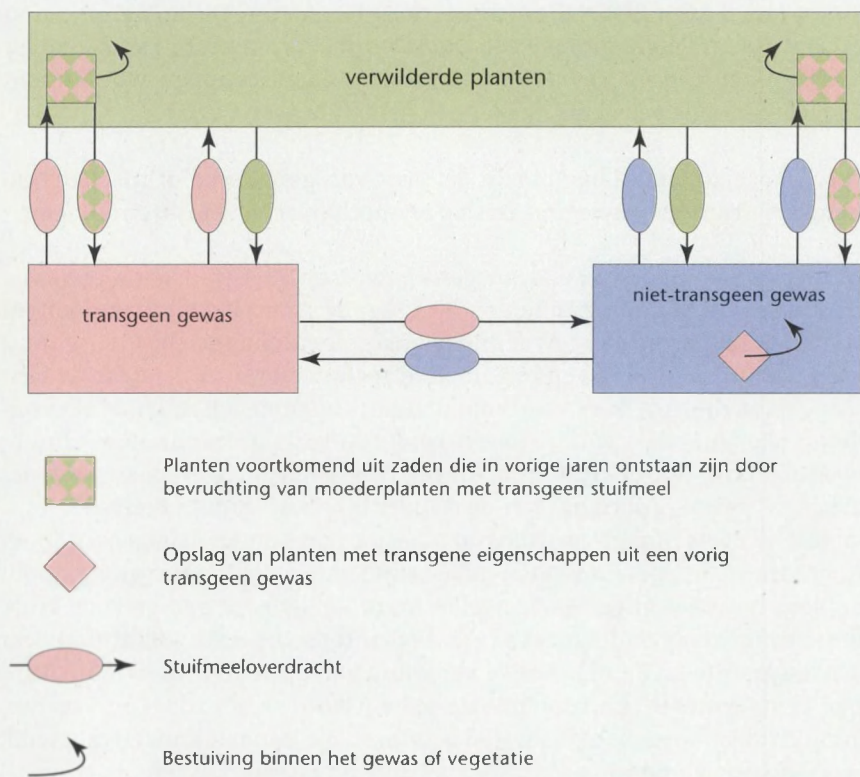
Drie grote mechanismen liggen aan de basis van genetische of mechanische vermenging: stuifmeelbeweging, opslag en mechanische verontreinigingen.

- Stuifmeelbewegingen tussen transgene gewassen, niet-transgene gewassen en verwilderde planten kunnen tot kruisbevruchting leiden waardoor een deel van de zaden van een gewas ongewenste eigenschappen bevat (figuur 5). Bovendien vormt opslag een bijkomende stuifmeelbron. 'Opslag' is de term voor planten die op akkers voortkomen uit achtergebleven zaden of plantendelen (bollen, knollen, wortelstokken) van een vorig gewas en in het huidige gewas eigenlijk een 'onkruid' zijn. Als een transgeen gewas of opslag van een transgeen gewas of transgeen verwilderde plant kruist met een niet-transgeen gewas of met verwilderde planten, dan komen de eigenschappen van het transgeen gewas terecht in de zaden van de niet-transgene planten. Hoe ver stuifmeel vliegt en in welke mate het effectief zorgt voor kruisbevruchting, hangt onder meer af van de plantensoort, de topografie van een regio, de grootte en de ruimtelijke verdeling van de velden, de windrichting en/of de hoeveelheid bestuivende insecten (Öko-instituut, 2003). In Vlaanderen zijn er slechts een beperkt aantal gewassen die kunnen kruisen met wilde of verwilderde verwanten. Koolzaad behoort tot deze gewassen.
- Groeit er transgene opslag in een niet-transgeen gewas, dan komen de transgene planten en/of zaden terecht bij de geoogste planten en zaden.
- Menselijke fouten en onachtzaamheden kunnen zorgen voor mechanische verontreinigingen tijdens alle stadia van de productie, oogst, transport en verwerking.

Zaaizaad of plantgoed ligt aan de basis van elke teelt. Als het onzuiver is, zijn natuurlijk alle verdere stappen stroomafwaarts gehypothekeerd.

Om vermenging te beperken, moet men afhankelijk van het gewas, gepaste maatregelen nemen. Vermenging helemaal uitsluiten is onmogelijk. In augustus 2003 verscheen in het publicatieblad van de EU (Publicatieblad van de EU, 2003) een uitgebreide lijst met *coëxistentiemaatregelen*. Volgens de GMFF-verordening mogen de EU-lidstaten zelf op basis van deze aanbevelingen passende maatregelen treffen om de onbedoelde aanwezigheid van GGO's in andere producten te beperken. De samenwerking tussen landbouwbedrijven is één van de aanbevelingen die aan bod komt.

Figuur 5: Potentiële stuifmeeloverdracht tussen transgene en niet-transgene cultuurplanten



Het is vanzelfsprekend dat coëxistentie een wijziging in de organisatie van de landbouwproductie met zich meebrengt. Op de vraag hoeveel coëxistentie kost voor de landbouwer, formuleerde het Institute for Prospective Technological Studies (2002) een antwoord aan de hand van een reeks simulaties. Hieruit blijkt dat, afhankelijk van de gewassen en het landbouwbedrijfstype, de *bijkomende kosten* 1 tot 10 % van de huidige productprijs kunnen bedragen in geval transgene gewassen de helft van het landbouwareaal beslaan. Bij de zaaizaadproductie zijn de bijkomende kosten nog veel hoger. Wie de kosten zal dragen, is tot op heden onbekend.

— Milieuaansprakelijkheid

Op Europees niveau is een richtlijn in de maak inzake milieuaansprakelijkheid. De *schade* die ontstaat aan het milieu en de biodiversiteit door introductie en transport van GGO's, valt ook onder deze richtlijn. In het voorstel is bepaald dat de aansprakelijkheid niet van toepassing is op activiteiten die op het moment van handelen veilig zijn bevonden volgens de stand van de wetenschappelijke

en technologische kennis. In het geval van GGO's betekent dit dat bedrijven alleen aansprakelijk kunnen worden gesteld voor milieuschade indien zij zich (1) niet aan de gestelde voorwaarden voor introductie of transport hebben gehouden, ofwel (2) als ze de schade hadden kunnen voorzien ten tijde van de handeling (dus na het voldoen aan gestelde voorwaarden voor introductie). Wie in andere gevallen instaat voor eventuele milieuschade is nog een open vraag. Hoewel zo'n regeling enige duidelijkheid brengt in de discussie rond GGO's, kan het regelen van aansprakelijkheid uiteraard de milieu-interactie niet voorkomen.

— Consultatie van het publiek

Richtlijn 2001/18/EG eist de consultatie van het publiek bij de aanvraag voor GGO-veldproeven en/of voor de introductie op de markt. Voor aanvragen tot markttoelating is reeds op Europees niveau een procedure van publieke consultatie van kracht, wat niet het geval is voor de veldproeven. Hoewel de richtlijn nog niet omgezet was in een nationale wet, is de *publieke consultatie* toegepast bij de aanvraag voor een veldproef met transgene appels einde 2002 (Devos & De Schrijver, 2003). Via internet, advertenties en aanplakbiljetten werd het publiek op de hoogte gebracht. De opmerkingen van de burgers werden overgebracht aan de Minister van Consumentenzaken, Volksgezondheid en Leefmilieu die bij de besluitvorming onder meer rekening hield met de opinie van het publiek.

3 Initiatieven tot burgerparticipatie

Naast de mogelijkheid van de burger om zijn mening te uiten bij het verlenen van vergunningen, organiseerden verschillende instanties publieke debatten rond het thema van GGO's. Zowel de federale overheid, het Vlaams Parlement als een reeks gemeenten (bv. via hun milieuraden) namen het initiatief om zulke publieksfora te organiseren. Tijdens de debatten, georganiseerd door Stichting voor de Toekomstige Generaties (STG & Burgerpanel, 2003), Fondation pour les Générations Futures (FGF & Panel de Citoyens) en het Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek (viWTA, 2003), kon het publiekspanel allerlei vragen stellen aan een panel van deskundigen. Na de discussie kon het publiekspanel een reeks *aanbevelingen formuleren* door middel van een eindrapport/advies. De centrale doelstelling van dergelijke eindrapporten/adviezen is dat ze geïntegreerd kunnen worden in nieuwe wetteksten en procedures inzake GGO's en genetisch gewijzigd voedsel.

De aangesneden thema's op deze publieksfora handelden over een waaier onderwerpen. Hoewel de meningen soms verschillen binnen het publiekspanel zelf, vinden de deelnemers volgende aspecten belangrijk en wensen ze een regelgeving die rekening houdt met:

- een blijvend raadplegen van het publiek omtrent de materie;
- sensibilisering naar het brede publiek door voldoende informatieoverdracht i.v.m. biotechnologie;
- de keuzevrijheid van de consument;
- een leefbare landbouw waar biologische landbouw mogelijk blijft;
- een goeddraaiende economie (werkgelegenheid);
- behoud van biodiversiteit;
- een gezond leefmilieu en gezond voedsel;
- een ethische invalshoek bij evaluatie van GGO's;
- een eerlijke omgang met de derde wereld.



Meer informatie in het achtergronddocument Gebruik van GGO's op www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Devos Y. , De Schrijver A. (2003) Genetisch gewijzigd voedsel, Reglementering en veiligheidsbeoordeling, *Nutrinews*, 3, 12-17, www.nice-info.be/html/PROF/prof_set1.htm
- FGF & Panel de Citoyens (2003) De OGM au champ? Avis du Panel de Citoyens de Gembloux sur les critères à prendre en compte en vue de l'autorisation ou non de mises en cultures expérimentales et/ou commerciales de plantes génétiquement modifiées, Gembloux.
- Institute for Prospective Technological Studies (2002) Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture, European Commission.
- James C. (2002) Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2002, *ISAAA Briefs No. 27: Preview*, ISAAA, Ithaca, NY.
- MEMO/02/106-REV. (2003) Questions and Answers on the regulation of GMOs in the EU, European Commission, Brussels.
- Öko-Institut (2003) Gene flow – so what? Scientific and legal issues, *Genetic Engineering Newsletter*, Special Issue 11/12.
- PricewaterhouseCoopers (2002) Biotechnologie in Flanders: an industrial perspective.
- Publicatieblad van de Europese Unie (2003) Aanbeveling van de Commissie van 23 juli 2003 over richtsnoeren voor de ontwikkeling van nationale strategieën en beste werkwijzen ter waarborging van de coëxistentie van genetisch gemodificeerde gewassen met conventionele en biologische landbouw (2003/556/EG).
- STG & Burgerpanel (2003) GGO's te velde? Advies van de leden van het Burgerpanel van Beernem omtrent de criteria die in aanmerking dienen te worden genomen voor het al dan niet vergunnen of toelaten van GGO-teelten voor experimentele en/of commerciële doeleinden, Beernem, www.stg.be
- viWTA (2003) Publieksforum. Nieuwe impulsen voor het debat over genetisch gewijzigd voedsel. Eindrapport van het publiekspanel, Vlaams Parlement, Brussel, www.viwtta.be

Lectoren

- Bart Bautmans, Gezondheidsinspectie, departement WVC
- Esmeralda Borgo, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw
- Veerle Campens, ALB, Departement EWBL
- Koen Carels, VOLT, ALT
- Dirk Carrez, BelgoBiotech
- Philippe Costrop, Syngenta Crop Protection
- Luc De Bruyn, IN
- Marcel de Jong, BLIVO
- Toon De Kesel, Innogenetics

Joost Dessen, Steunpunt Duurzame Landbouw

Birgit Dumez, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Ann Duponcheel, Phytofar

Geert Fremout, VODO

Jos Schoofs, POD Duurzame ontwikkeling

Monika Sormann, Administratie Technologie en Innovatie, Departement WIM

Nadia Tahon, VELT

Koen Van De Weyer, Boerenbond

Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent

Bernard Vanheusden, Limburgs Universitair Centrum

Albert Van Loo, Genencor

Axel Verachtert, APS, Departement AZF

Griet Verstraeten, Natuurpunt

2.23 Verspreiding van PCB's

Tom Van Gerven, Carlo Vandecasteele, Afdeling Milieutechnologie, Departement
Chemische Ingenieurstechnieken, K.U.Leuven

Geert Goemans, Claude Belpaire, IBW

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Polychloorbifenylen (PCB's) zijn organische verbindingen, waarvan 209 zogenaamde congenen bestaan. Bij opname door mens en dier worden ze opgeslagen in het vetweefsel en veroorzaken ze schadelijke gezondheidseffecten. Sommige PCB-congenen zijn aanzienlijk toxischer dan andere. Daarom is het TEQ-concept (toxicologisch equivalent) ingevoerd met TEF-waarden (toxicologische equivalentiefactoren) die de relatieve toxiciteit van deze dioxineachtige PCB's uitdrukken, relatief t.o.v. de meest toxische dioxine. Van de 209 congenen hebben slechts 12 een TEF waarde gekregen. Andere, niet dioxineachtige PCB's, hebben een ander toxiciteitsmechanisme waardoor de toxiciteit niet met TEF-waarden kan aangegeven worden. In België worden dikwijls enkel de zeven merker PCB's (PCB nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180) gemeten die in grote concentraties voorkomen in de vroeger commercieel geproduceerde PCB-vloeistoffen. Naar gezondheidssimpact toe zijn de congenen met een hoge TEF (o.a. PCB nr. 77, 81, 126 en 169) het belangrijkste.

PCB's worden ondermeer gebruikt in transformatoren en condensatoren. Sinds 1986 is het op de markt brengen van PCB's en van apparaten die PCB's bevatten in België verboden. PCB's kunnen in het milieu terechtkomen door verdamping of lekken uit PCB-houdende apparaten of producten en door verbrandingsprocessen. De dioxineachtige PCB's komen veel minder voor in PCB-vloeistoffen, maar worden wel gevormd bij verbrandingsprocessen. PCB's komen voor in de lucht in de dampfase of vastgehecht aan stof, geadsorbeerd aan organische bestanddelen van bodemdeeltjes of opgehoopt in het vetweefsel van levende organismen. PCB's worden voornamelijk opgenomen via voedsel. De indicatoren zijn op basis van deze vaststellingen gekozen.



Evolutie van de nog te vernietigen PCB-houdende apparaten



Depositie van PCB's in Vlaanderen



PCB-concentratie in waterbodem

PCB-concentratie in paling uit oppervlaktewater

PCB-concentratie in voedsel

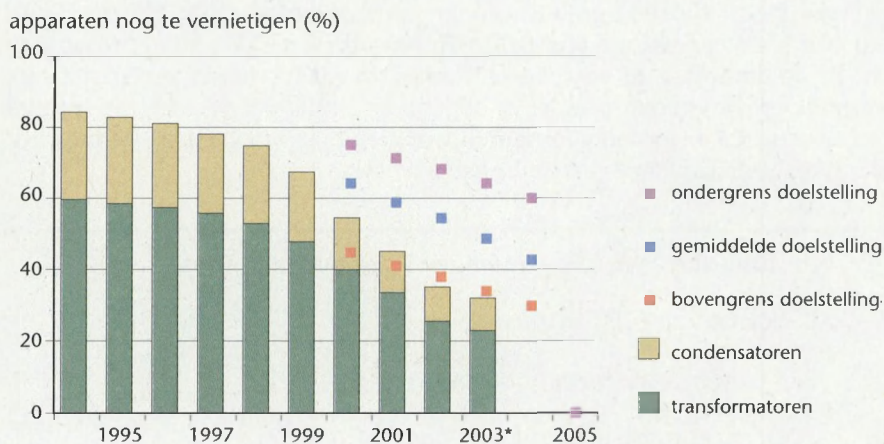
1 Milieudruk

— Evolutie van de nog te vernietigen PCB-houdende apparaten

Op 1 augustus 2003 kwamen nog 4 884 transformatoren, 1 932 condensatoren en 39 andere PCB-houdende toestellen voor in Vlaanderen. Dit is samen 32 % van het oorspronkelijk aantal (dus nog aanwezige en reeds vernietigde) toestellen. Er wordt geschat dat de nu nog aanwezige toestellen samen 4 500 ton PCB-houdende vloeistof bevatten.

In 2000 startte OVAM een verwijderingsplan met een stapsgewijze vernietiging (gebaseerd op het bouwjaar) tegen 2005 van PCB-houdende toestellen die meer dan 1 liter vloeistof bevatten met meer dan 0,05 % PCB's. 40 bedrijven kregen de toestemming hun apparaten één of meerdere jaren later te mogen verwijderen (ten laatste op 31 december 2010). Figuur 1 geeft de evolutie van de verwijdering van PCB-houdende toestellen weer. Omdat het bouwjaar van sommige toestellen niet bekend is, kunnen de wettelijke doelstellingen op verschillende manieren geïnterpreteerd worden. In de figuur worden daarom, naast de gemiddelde doelstelling, ook de onderste en bovenste doelstelling gegeven. Uit de gegevens blijkt dat de vernietiging reeds enkele jaren voorloopt op de doelstellingen, dit in tegenstelling tot de evaluatie in MIRA-T 2002. Deze nieuwe evaluatie is te wijten aan herzieningen zoals de voortdurende aanvullingen van de inventaris en de laattijdige meldingen van reeds vernietigde toestellen. Dankzij het vooroplopen op het schema, lijkt de volledige vernietiging van alle PCB-houdende apparaten tegen 2005 haalbaar.

Figuur 1: Evolutie van PCB-houdende apparaten nog te vernietigen op 31 december van het aangegeven jaar met de doelstellingen volgens het PCB-verwijderingsplan (Vlaanderen, 1994-2003)



* nog te vernietigen op 1 augustus 2003

Bron: OVAM.

2 Milieukwaliteit

— Depositie van PCB's in Vlaanderen

In het voor- en najaar van 2002 werd in opdracht van de VMM voor het eerst de depositie van PCB 126 - het meest toxische congeneer - gemeten op 65 locaties in Vlaanderen (SGS, 2003). De meetplaatsen werden vooral gekozen in de omgeving van potentiële bronnen (dikwijls verbrandingsinstallaties of installaties waar verbrandingsprocessen voorkomen) en zijn dus niet representatief voor de gemiddelde depositie in Vlaanderen. Er zijn in Vlaanderen nog geen normen beschikbaar voor de depositie van PCB's. Ook in het buitenland zijn er noch depositienormen noch regelmatige depositiemetingen voorhanden. Tabel 1 geeft een overzicht van de meetresultaten. De depositie van PCB 126 is in de omgeving van afvalverbrandingsinstallaties gemiddeld hoger dan in andere gebieden. Dit is te wijten aan de resultaten in Menen, Roeselare en Wilsele waar deposities boven 10 pg TEQ/m².dag werden vastgesteld. Er zijn echter aanduidingen dat de afvalverbrandingsinstallaties zelf niet de bron zijn. Om de werkelijke bronnen op te sporen, worden nu metingen uitgevoerd in de buurt van andere bedrijven in deze regio. Deze problematiek wordt ook onderzocht bij het Steunpunt Milieu en Gezondheid, de locaties van de verbrandingsovens zijn een typegebied in het biomonitoringsprogramma.

De depositie van PCB 126 werd gedurende een jaar (april 2002 – maart 2003) ook maandelijks gemeten op vier meetplaatsen. In Hoboken, Olen en Zelzate, telkens gebieden met een zware industriële activiteit, werden geen hoge deposities vastgesteld (gemiddeld respectievelijk 2,7 pg, 1,7 pg en 1,9 pg TEQ/m².dag), wel in Menen (gemiddeld 55 pg TEQ/m².dag).

Tabel 1: Depositie van PCB 126 in pg TEQ/m².dag (Vlaanderen, 2002)

	aantal meetplaatsen	voorjaar (april – juni)	najaar (oktober – januari)
omgeving van afval- verbrandingsinstallaties	22	6,1	3,8
industrieel gebied of nabij potentiële bronnen	27	2,1	0,8
nabij Noord-Frankrijk	2	1,8	2,1
omgeving van crematoria	3	1,2	0,8
stedelijk gebied	5	2,9	3,7
landelijk gebied	6	1,1	1,2

Bron: VMM.

— PCB-concentratie in waterbodem

In de periode 1995-2002 werd de *waterbodem* in Vlaanderen op 680 meetplaatsen meermaals bemonsterd (VMM, 2003). De verontreiniging van de waterbodem wordt geëvalueerd op basis van een classificatie in afwijkingsklassen

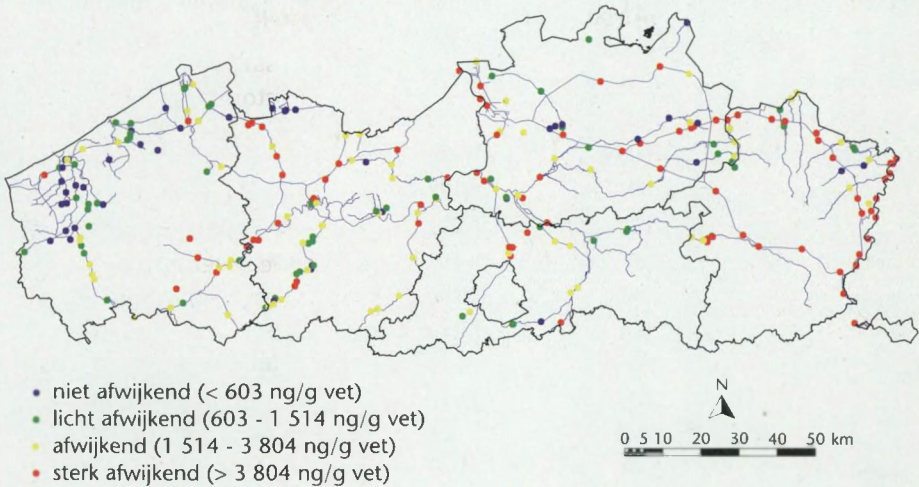
t.o.v. de referentieconcentratie van de som van de merker PCB's ($5,2 \mu\text{g/kg ds}$). 58 % van de waterbodems wijken niet af, 14 % zijn licht afwijkend, 14 % afwijkend en 14 % sterk afwijkend. Vergelijken met de resultaten in 2000 en 2001, is er nog geen duidelijke verbetering of verslechtering merkbaar. Net zoals de PCB-concentratie in paling evolueert deze indicator zeer langzaam. In het MINA-plan 3 worden doelstellingen vermeld voor de sanering van waterbodems. Er werd in 2002 gestart met de opmaak van een sectoraal uitvoeringsplan bagger- en ruimingsspecie met een tienjarensce­nario voor de structurele aanpak van de historische achterstand.

In 2002 werd het *oppervlaktewater* op 103 meetplaatsen op PCB's geanalyseerd. Nergens werd de PCB norm (mediaan van de som van de zeven merker PCB's = 7 ng/l) overschreden (VMM, 2003). In 2001 werd de norm éénmaal overschreden, in 2000 tweemaal en in 1999 niet. In het *regenwater* lagen in 2002, net als in de voorbije jaren, alle PCB-metingen beneden de detectielimiet ($2\text{-}8 \text{ ng/l}$, afhankelijk van PCB-congeer).

— PCB-concentratie in paling uit oppervlaktewater

Figuur 2 toont de verontreiniging van PCB's in *paling* in Vlaanderen. Eind 2002 viel 17 % van de bemonsterde locaties (297 meetplaatsen) in de klasse 'niet afwijkend', 24 % was 'licht afwijkend', 27 % 'afwijkend' en 32 % 'sterk afwijkend'. Deze cijfers kunnen niet vergeleken worden met de gegevens in MIRA-T 2002 omdat een nieuwe referentieconcentratie is gebruikt en de grenzen van de afwijkingsklassen aangepast zijn. De referentiewaarde werd berekend door de 5-percentielwaarde te nemen van de gemiddelden (som van de 7 merker PCB's) in alle meetplaatsen over de periode 1995-2002 (Goemans *et al.*, 2003) en bedraagt 240 ng/g vet . Wanneer de gegevens van midden 2001 herrekend worden t.o.v. de nieuwe referentiewaarde, is resp. 15, 22, 30 en 33% 'niet afwijkend', 'licht afwijkend', 'afwijkend' en 'sterk afwijkend'. Gezien het traag voortschrijden van de indicator is er weinig evolutie zichtbaar.

Figuur 2: PCB-concentratie in vetweefsel van paling uit Vlaamse oppervlaktewaters t.o.v. de referentieconcentratie (Vlaanderen, 1995-2002)



Bron: IBW.

3 Gevolgen voor mens

— PCB-concentratie in voedsel

Het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) meet sinds 2000 de PCB-concentratie in voedsel. Van de 4 063 metingen die van 2000 tot en met 2002 werden uitgevoerd, overschreden slechts twee stalen (één van rundsvlees en één van visoliesupplement) de PCB-norm (100 ng PCB/g vet in melk en afgeleide producten, met meer dan 2 % vet; 200 ng PCB/g vet in rundsvlees, varkensvlees, kip, dierlijke vetten en oliën, eieren en afgeleide producten, met meer dan 2 % vet; 75 µg PCB/kg product in vis en afgeleide producten). Op dit moment voorziet de Belgische wetgeving normen voor de som van de zeven merker PCB's. Tegen 31 december 2004 zal de Europese Unie TEQ-normen voor PCB's vastleggen. Tabel 2 geeft een beperkt overzicht van de PCB-concentratie in voedsel. PCB's waren meetbaar in bijna alle stalen van kaas, aquacultuur (mosselen, oesters) en vis (zowel zee- als zoetwatervis). Ook in paard, schaap, struisvogel, wild, eiprodukten, visoliesupplementen en melkvetten werden PCB's gemeten. Daarnaast zijn er heel wat voedingsmiddelen waarin geen PCB's te detecteren zijn: o.a. bak- en braadvet, dierlijk vet, frituurvet, consumptiemelk en konijn. Door de korte tijdsperiode is het nog niet mogelijk aan te geven welke trend de PCB-concentraties in voedsel volgen. De metingen van het FAVV zijn vergelijkbaar met die in de andere Europese landen (EC, 2000).

Tabel 2: PCB-concentratie (som van de zeven merker PCB's) in voedsel in ng/g vet (België, 2000-2002)

voedingsmiddel	jaar	aantal detecteerbaar*	gemiddelde	maximum
verse eieren	2001	8/118	0,6	14
	2002	7/20	2,1	11
consumptie-eieren	2000	10/156	2,1	124
	2001	29/199	2,5	80
	2002	50/261	2,4	64
rauwe melk	2000	16/183	0,8	15
	2001	37/190	1,4	24
	2002	40/173	1,5	44
kaas	2000	20/20	21,8	77
	2001	11/11	15,4	19
	2002	6/6	10,7	16
aquacultuur	2001	51/53	5,9**	33**
	2002	25/27	4,7	19
pluimvee	2000	18/164	4,7	131
	2001	1/302	0,2	27
	2002	0/297	.	.
rund	2000	19/177	4,6	309
	2001	25/311	2,1	71
	2002	21/305	1,7	103
varken	2000	11/182	2,4	179
	2001	3/295	0,6	81
	2002	1/300	0,1	21
vis	2000	16/16	307,8	709
	2001	2/2	64,8**	96**

Het FAVV stelt deze data enkel ter beschikking en neemt terzake geen standpunt in.

* aantal resultaten boven de detectielimiet t.o.v. het totaal aantal uitgevoerde metingen

** meeteenheid is ng/g product

Bron: FAVV.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van PCB's op www.milieurapport.be/AG

Referenties

EC (2000) Assessment of dietary intake of dioxins and related PCBs by the population of the EU Member States, Report of experts participating in Task 3.2.5, European Commission, Brussels, Belgium.

Goemans G., Belpaire C., Raemaekers M., Guns M. (2003) Het Vlaamse paling-polluentenmeetnet, 1994-2001: gehalten aan polychloorbifenylen, organochloor-pesticiden en zware metalen in paling. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW.Wb. V.R.2003.99.

SGS (2003) Analyses van dioxine-, PCB 126- en PAK-depositie in Vlaanderen in 2002, Studie uitgevoerd in opdracht van de VMM, Melsele, België.

VMM (2003) Waterkwaliteit – Lozingen in het water 2002, Erembodegem, België.

Lectoren

Yorg Aerts, OVAM

Ward De Cooman, Miet D'heer, Sofie Van Volsem, VMM

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Victor Dons, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Frederic Lefevre, BFE

Raf De Fré, Mai Wevers, Vito

Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Marc Raemaekers, CLO

Christel Smets, ELIA

Toon Van Daele, IN

Elizabeth Van Eycken, Vlaamse Liga tegen Kanker

Hugo Westyn, Electrabel

Verspreiding van gebromeerde 2.24 vlamvertragers

Claude Belpaire, Geert Goemans, IBW

Jacob de Boer, Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Gebromeerde vlamvertragers (BFR's, Brominated Flame Retardants) zijn scheikundige stoffen die tijdens het productieproces toegevoegd worden aan kunststof voor gebruik in computers, televisietoestellen, textiel, isolatiemateriaal. Het is de bedoeling om de ontvlambaarheid van die producten te verminderen en de kunststofmaterialen niet te laten bijdragen aan de verdere ontwikkeling of verspreiding van een brand. We onderscheiden vier hoofdtypen: de inmiddels niet meer geproduceerde polygebromeerde bifenylen (PBB's), polygebromeerde difenylethers (PBDE's), tetrabromobisphenol-A (TBBP-A) & derivaten, en hexabromocyclododecaan (HBCD).

Bij opname door mens en dier worden gebromeerde vlamvertragers opgeslagen in het vetweefsel en kunnen allerlei gezondheidseffecten veroorzaken. Gebromeerde vlamvertragers zijn potentieel hormoonverstorende stoffen. Het verwarmen en/of verbranden van producten die PBB's, PBDE's of andere gebromeerde vlamvertragers bevatten, kan aanleiding geven tot de vorming van polygebromeerde dibenzo-p-dioxines en dibenzofuranen. Deze stoffen hebben gelijkaardige toxicologische effecten als gechloreerde dioxines (mogelijks kankerverwekkend, effecten op groei, reproductie en ontwikkeling van het afweersysteem).



Evolutie van het gebruik van gebromeerde vlamvertragers



Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in waterbodem



Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in paling uit oppervlaktewater

1 Milieudruk

— Evolutie van het gebruik van gebromeerde vlamvertragers

Afhankelijk van het aantal broomatomen worden de PBDE's voor verschillende toepassingen gebruikt. PentaBDE wordt voornamelijk aangewend in

polyurethaanschuimen (vooral voor gebruik in wagens, openbare transportmiddelen en meubels). OctaBDE wordt voor 95 % gebruikt in acrylonitril butadien styreen (ABS) maar kent ook nog andere toepassingen. DecaBDE wordt naast toepassingen in textiel vooral gebruikt in plastics (voornamelijk in HIPS (high impact polystyreen), maar ook in polypropyleen, polyesterharsen en andere engineering plastics. HIPS wordt o.a. gebruikt voor de behuizing van TV's, HBCD in polystyreen (voor isolatiepanelen) en in textiel (rugcoatings). De toepassing van TBBP-A ligt vooral in harsen (als reactieve vlamvertrager) voor de productie van platen voor gedrukte bedrading (van elektrotechnische apparatuur en consumenten elektronica) en daarnaast ook voor ABS en als tussenproduct in de bereiding van andere gebromeerde vlamvertragers.

In tabel 1 zijn cijfers over de omvang van het BFR-gebruik in Europa vermeld. Voor België zijn enkel schattingen beschikbaar.

Tabel 1: Verbruik van de belangrijkste BFR's in Europa in 1994 en 1999 en schattingen voor België in 2001 (in ton)

vlamvertrager	wereld (1994) (EU, 2002)	Europa (1999) (BSEF, 2000)	België (2001) (RDC, 2001)
TBBP-A		13 800	2 000
HBCD		8 900	1 000
DecaBDE	30 000	7 500	900
OctaBDE	6 000	450	0
PentaBDE	4 000	210	< 10

In Zweden zijn de textiel- en plasticindustrie de voornaamste bronnen van gebromeerde vlamvertragers in het milieu. Kleine hoeveelheden van deze stoffen zijn aangetoond in de werkomgeving (in binnenhuisstof en lucht). De aanwezigheid van BFR's in biota van de Arctische zee en hun aanwezigheid in lucht in afgelegen gebieden tonen aan dat er lange afstandstransport via de lucht mogelijk is. Zeer recent werden ook in alpiene gebieden in Oostenrijk een aantal BFR's teruggevonden, zowel in sneeuw als in vissen van alpiene meren. De aanwezigheid ervan in RWZI slib geven aan dat deze stoffen ook aangetroffen kunnen worden in huishoudelijke bronnen of afkomstig zijn vanuit het verkeer of andere diffuse bronnen. Lager gebromeerde PBDE's en HBCD zijn biobeschikbaar in het sediment, zoals aangetoond door hun aanwezigheid in vis. De aanwezigheid van BFR's in vis werd in verband gebracht met bedrijven die gebromeerde vlamvertragers gebruiken of produceren.

De mens wordt niet alleen via het voedsel aan deze stoffen blootgesteld, maar mogelijk ook door recente blootstelling aan elektronische toepassingen en textiel die gebromeerde vlamvertragers bevatten in huis- en werkomgeving. Recent Zweeds onderzoek heeft PBDE aangetoond in het bloed van kantoorbedienden die computers gebruiken, hetzelfde werd teruggevonden bij schoon-

maakpersoneel in hospitalen en bij arbeiders van een ontmantelingsbedrijf voor elektronica. Ook TBBP-A werd gerapporteerd in het bloed van kantoorbedienden.

Studies omtrent tijdsevoluties illustreren verhoogde concentraties van PBDE's in het milieu sedert de jaren '70. Onderzoek naar de aanwezigheid van PBDE's in eieren van de zilvermeeuw in de Canadese meren in de periode 1981-2000 toonde aan dat de concentraties om de 3-5 jaar verdubbelen. Een tijdsreeks gemeten in zeekoeten toonde aan dat de waarden van een aantal PBDE's in de Baltische Zee dalen, sinds de vrijwillige terugtrekking van het gebruik van deze stoffen in een aantal landen, maar de waarden van HBCD blijven stijgen. De tijdsreeks voor metingen van lager gebromeerde PBDE's in humane moedermelk in Zweden vertoont een exponentiële stijging van 1972 tot ca 1998 (met elke vijf jaar een verdubbeling), de meest recente data wijzen op een stabilisering en zelfs daling.

Gebromeerde vlamvertragers zijn opgenomen in de OESO-lijst van potentieel hormoonverstorende stoffen (lijst B waarbij in-vitro effecten werden waargenomen). OSPAR beschouwt gebromeerde vlamvertragers als prioritair te behandelen stoffen. Op de vierde Noordzeeconferentie te Esbjerg in 1995 werd besloten dat de nodige aandacht moest geschonken worden aan de vervanging van deze stoffen. De PBDE's zijn als groep opgenomen in de lijst van prioritaire stoffen van de Kaderrichtlijn Water (KRLW).

Er bestaat een rapporteringplicht voor gebromeerde difenylethers in het kader van het European Pollutant Emission Register (IPPC-EPER): vanaf een lozing van 1 kg/jaar dienen de gebromeerde difenylethers gerapporteerd te worden in EPER.

De criteria voor het toekennen van Europese milieukeuren (ecolabelling) voor bijvoorbeeld textielproducten, computers en televisietoestellen bevatten beperkende bepalingen inzake het gebruik van sommige gebromeerde vlamvertragers.

Recentelijk werd op Europees niveau heel wat aandacht geschonken aan de (voorbereiding van) de regulering van het gebruik van BFR's. Voor een aantal stoffen zijn risico-analyses beschikbaar (bv. van pentaBDE, octaBDE en decaBDE) of in voorbereiding (HBCD en TBBP-A). Het gebruik van PBB's werd al eerder aan banden gelegd en vanaf 15 augustus 2004 worden ook pentaBDE en octaBDE verboden (Richtlijn 2003/11/EC). Voor decaBDE, dat 75 % van alle PBDE's vertegenwoordigt, stelt de risico-analyse dat verder onderzoek nodig is. Bovendien heeft de Europese Commissie een richtlijn uitgebracht (Richtlijn 2002/95/EC), die de aanwezigheid van PBB's en PBDE's in nieuw elektrisch en elektronisch materiaal verbiedt vanaf 1 juli 2006.

2 Milieukwaliteit

In het kader van een internationaal onderzoek in opdracht van het 'Bromine Science and Environmental Forum (BSEF)' en gecoördineerd door het Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek werden ook in Vlaanderen op een aantal gemeenschappelijke meetpunten zowel in de waterbodem als in biota (paling) BFR-concentraties gemeten. Dit onderzoek is aanbesteed door de industrie als input voor het zogenaamde Product Stewardship Program dat erop gericht is de aanwezigheid van de stoffen in het milieu te verminderen.

De stalen werden geanalyseerd op het voorkomen van HBCD, TBBP-A en PBDE's (de Boer *et al.*, 2002)

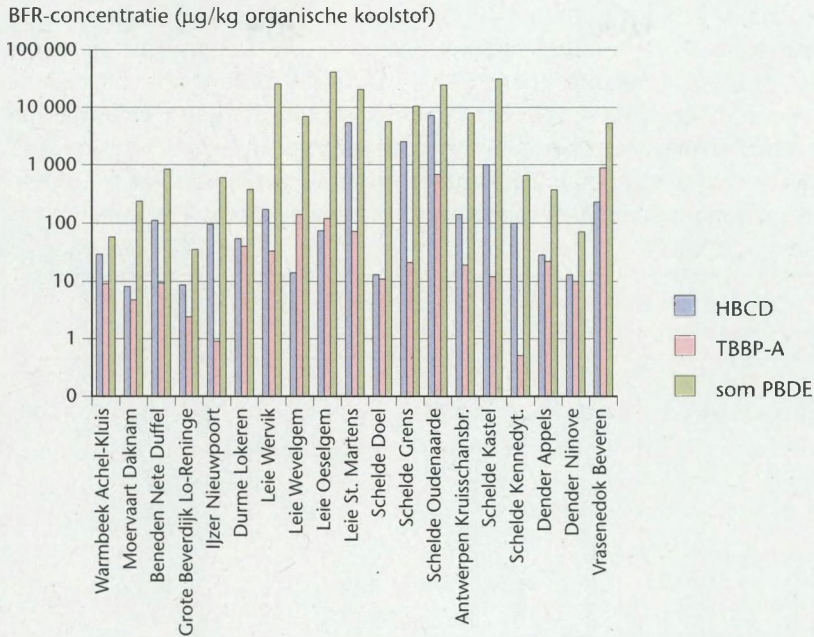
— Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in waterbodem

In 2001 werden sedimentstalen genomen op 16 meetplaatsen in het Scheldebekken en op 3 referentiesites (Warmbeek, Grote Beverdijk en IJzer) (figuur 1). De logaritmische schaal onderdrukt de piekwaarden visueel.

De HBCD-concentraties schommelden tussen 8,1 en 7 200 µg/kg O.C. (organische koolstof). De hoogste waarden werden gevonden in de Schelde te Oudenaarde (7 200 µg/kg O.C.), de Leie te St.-Martens-Leerne (5 400 µg/kg O.C.) en de Schelde aan de Nederlandse grens (2 500 µg/kg O.C.). Ook in de IJzer werd HBCD in de waterbodem aangetroffen, alhoewel in veel lagere concentraties. In Nederland varieerden de sedimentconcentraties (9 meetplaatsen) tussen 48 en 580 µg/kg O.C.

In sediment werden ook vrij hoge TBBP-A concentraties gemeten in de Schelde te Oudenaarde (670 µg/kg O.C.) en te Beveren, Vrasenedok (890 µg/kg O.C.). Op de meeste andere meetplaatsen zijn de concentraties beduidend lager (meestal < 30 µg/kg O.C.). In Nederland variëren de gehalten tussen 14 en 130 µg/kg O.C. De TBBP-A gehalten zijn in het algemeen wel veel lager dan die van HBCD.

De concentraties van de zestien gemeten PBDE-congeneren werden gesommeerd. De concentraties PBDE's aangetroffen in sediment zijn sterk verschillend afhankelijk van de meetplaats. In de Warmbeek, Moervaart, Durme, Nete en Dender zijn de gemeten concentraties laag (< 500 µg/kg O.C.), terwijl de meetplaatsen op Leie en Schelde hoog (tussen 5 000 en 41 000 µg/kg O.C.) zijn.

Figuur 1: BFR-concentratie in sediment (Vlaanderen, 2001)

Bron: IBW en RIVO.

— Concentratie van gebromeerde vlamvertragers in paling uit oppervlaktewater

In 2000 werd paling bemonsterd op 18 meetplaatsen (15 in het Scheldebekken en 3 referentiesites) en geanalyseerd op HBCD, TBBP-A en PBDE's. De logaritmische schaal onderdrukt de piekwaarden visueel.

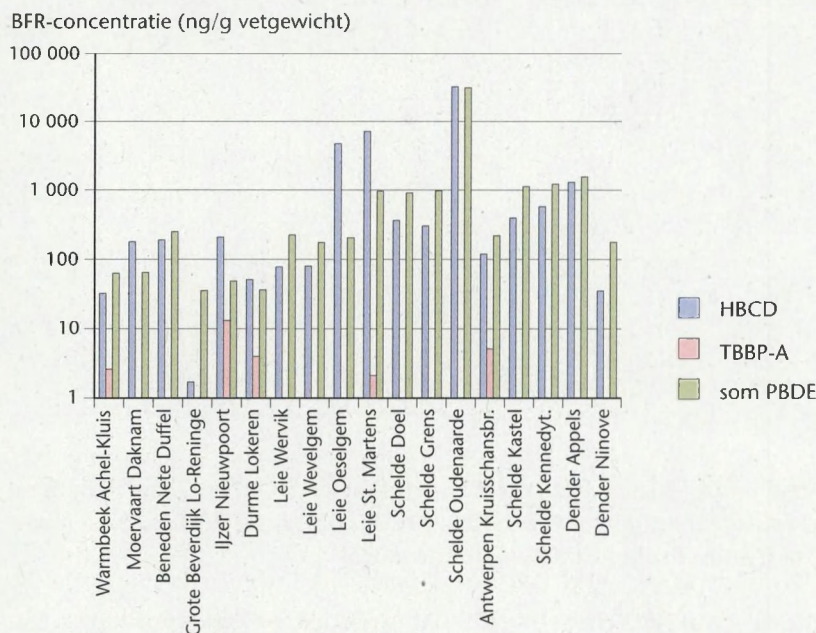
De concentraties van HBCD in paling uit Vlaamse oppervlaktewaters lopen heel erg uiteen, afhankelijk van de meetplaats. Tussen de 18 meetplaatsen schommelden ze van $< 1,7$ tot $33\,000\ \mu\text{g/kg}$ vetgewicht. De hoogste HBCD concentraties werden aangetroffen in de Schelde te Oudenaarde ($33\,000\ \mu\text{g/kg}$ vetgewicht), de Leie te St.-Martens-Lerne ($7\,100\ \mu\text{g/kg}$) en te Oeselgem ($4\,700\ \mu\text{g/kg}$) en de Dender te Appels ($1\,300\ \mu\text{g/kg}$). Ter vergelijking: in Nederland werd paling van 11 plaatsen op riviersystemen geanalyseerd. De meetwaarden varieerden van 12 tot $850\ \mu\text{g/kg}$ vetgewicht.

De gemeten concentraties van TBBP-A zijn meestal laag. In de IJzer waren de concentraties het hoogst ($13\ \mu\text{g/kg}$ vetgewicht). Ook in Nederland waren de concentraties laag, de hoogste meetwaarde bedroeg $1,3\ \mu\text{g/kg}$ vetgewicht.

De gehaltes aan PBDE's gemeten in paling in Vlaanderen zijn ook sterk verschillend afhankelijk van de meetplaats. Lage concentraties werden gemeten in het

IJzerbekken, de Warmbeek, in de Durme en de Moervaart. Matige concentraties in de oude Leiearmen, de Dender, de Nete en de Leie stroomopwaarts van Kortrijk. Hoge concentraties werden aangetroffen op de Leie en de Schelde. Op één meetplaats, nl. de Schelde te Oudenaarde, werden buitengewoon hoge concentraties aangetroffen. De som BDE's bedroeg 32 000 µg/kg vetgewicht. In vergelijking met analyseresultaten voor PBDE's in vis uit andere landen, zijn de concentraties aangetroffen in Leie en Schelde hoog tot zeer hoog, en vergelijkbaar met waarden aangetroffen in verontreinigde sites in het buitenland. Uitzonderlijk hoge concentraties zoals gemeten in paling uit de Schelde te Oudenaarde werden nog maar enkel gerapporteerd in één karper uit Virginia.

Figuur 2: BFR-concentratie in paling uit oppervlaktewater (Vlaanderen, 2000)



Bron: IBW en RIVO.

De patronen van BFR's gemeten in paling en sediment vertonen goede overeenstemming. Voor HBCD kunnen minstens twee duidelijke herkomstbronnen aangeduid worden (Schelde te Oudenaarde en Leie te St.-Martens-Leerne). Bovendien werden er ook hoge waarden gemeten in sediment van de Schelde stroomafwaarts van Antwerpen ter hoogte van de grens. De hoge waarden van bepaalde gebromeerde vlamvertragers aangetroffen in sediment en paling op bepaalde meetplaatsen in het Scheldebekken zijn mogelijk in verband te brengen met de aanwezigheid van een vrij intensieve textielnijverheid die

geografisch zeer geconcentreerd is. 95 % van de activiteiten is gevestigd in West- of Oost-Vlaanderen, de belangrijkste concentraties zijn de regio's rond Kortrijk en Gent.

Het is bekend dat ook hoge PCB-waarden in paling aangetroffen worden. Maximale PCB-waarden (sommige merker-PCB's) overschrijden op sommige plaatsen 62 600 µg/kg vetgewicht (Palingpolluentmeetnet IBW, Goemans *et al.*, 2003, zie ook 2.23 Verspreiding van PCB's). De intensiteit van de verontreiniging in paling door BFR's is van dezelfde grootteorde als bij de PCB's. De maximale waarde bedraagt 33 000 µg/kg vetgewicht.

— BFR-concentratie in oppervlaktewater, in zwevend stof en in regenwater

Het opsporen van BFR's in water is omwille van de lage oplosbaarheid van deze stoffen en de analytische detectielimieten weinig realistisch. Wel kan het zinvol zijn om vlamvertragers te meten in zwevend stof. In Vlaanderen zijn nog geen analysesresultaten beschikbaar.

In Nederland heeft zeer recent onderzoek aangetoond dat BFR's ook in regenwater kunnen aangetroffen worden, zij het in zeer lage concentraties: op 28 % van de 50 meetplaatsen werden gehalten gemeten onder 10 ng/l. Een staalname was in Vlaanderen gesitueerd (Antwerpen). In deze metingen werden HBCD, TBBP-A en PBDE niet aangetroffen. De concentratie van bisphenol-A lag er echter hoog. Hierbij dient opgemerkt te worden dat van het totale volume bisphenol-A, slechts een klein percentage gebruikt wordt voor de productie van TBBP-A.

3 Gevolgen voor mens en natuur

BFR's zijn aanwezig in ons milieu. Ze worden opgenomen door levende organismen en de lager gebromeerde PBDE's biomagnificeren. TBBP-A en PBDE's en/of hun metabolieten vertonen een biologische activiteit. De waarden van PBDE's lijken te verhogen, vooral bij mensen blijkt deze verhoging zeer snel te verlopen (trendmetingen in moedermelk in Verenigde Staten en Zweden).

Concentraties van tetra en pentaBDE zijn laag in zoogdieren en vogels van terrestrische ecosystemen, maar in biota van aquatische en mariene ecosystemen (vis, vogels en zoogdieren) worden hogere concentraties gemeten. PBB's en pentaBDE werden gevonden in vetweefsel van walvissen in de afgelegen diepe waters van de Atlantische Oceaan.

In Zweden worden de hoogste concentraties van tetraBDE teruggevonden in vis van de Viskan-rivier, waarlangs verschillende textielindustrieën gevestigd zijn. Sedimenten van deze rivier bevatten ook decaBDE en HBCD, de vis bevat ook HBCD. Hoge concentraties van vooral tetraBDE zijn tevens teruggevonden in

visetende vogels en zoogdieren, mogelijks ten gevolge van bioaccumulatie en -magnificatie, omdat deze congeneren de hoogste biobeschikbaarheid vertoont.

Bepaalde BFR's hebben gelijkaardige eigenschappen als organochloorverbindingen zoals DDT of PCB's. Ze zijn persistent, lipofiel en bioaccumuleren. Sommige BFR's vertonen hormoonverstorende effecten. Blootstelling van jonge muizen aan lage doses van PBDE's veroorzaakt permanente verstoring van gedrag, geheugen en leercapaciteit, en schildklierhormoonstelsel.

De exponentiële toename van PBDE's in moedermelk in sommige landen (Amerika, Zweden) is alarmerend en vraagt naar maatregelen om de blootstelling aan PBDE's te stoppen. Monitoring van moedermelk is een geschikte methode om de aanwezigheid van deze stoffen en de blootstellingsgraad in ons milieu te meten.

Gezien de hoge meetwaarden aangetroffen in Vlaanderen is het wenselijk om op korte termijn een aantal acties rond BFR's te starten, waaronder de inventarisatie van het gebruik van deze stoffen en de monitoring in het milieu en specifiek in aquatische biota, maar ook in de mens. De producenten van gebromeerde brandvertragers hebben reeds een programma gestart om emissies van BFR's te reduceren (het Product Stewardship Programma). Onderzoek en monitoring dient te worden ingezet om vast te stellen welke maatregelen nodig zijn om contaminatie van deze stoffen via de voedselketen te vermijden (o.a. op het vlak van visserijmaatregelen). Bovendien dient onderzocht te worden hoe en in welke mate deze stoffen vervangen kunnen worden door minder schadelijke alternatieven.



Meer informatie in het achtergronddocument Verspreiding van gebromeerde vlamvertragers op www.milieurapport.be/AG

Referenties

RDC (2001) Substitutie van hooggechloreerde korte keten paraffines, trichloorbenzeen, musk-xylenen, nonylfenolen, nonylfenoethoxylaten, gebromeerde vlamvertragers en ftalaten, studie uitgevoerd in opdracht van AMINABEL.

Bromine Science and Environmental Forum (2000) <http://www.bsef.com>

de Boer J., Wester P.G., van der Horst A. and Leonards P.E.G. (2003) Polybrominated-diphenyl ethers in influents, suspended particulate matter, sediments, sewage treatment plant and effluents and biota from the Netherlands, Environmental pollution 122 (2003) 63-74.

de Boer J. (2002) HBCD and TBBP-A in sewage sludge, sediments and biota, including interlaboratory study, RIVO Netherlands Institute for Fisheries Research.

European Union Risk Assessment Report of decaBDE (2002).

Goemans G., Belpaire C., Raemaekers M. en Guns M. (2003) Het Vlaamse palingpolluentenmeetnet, 1994-2001: gehalten aan polychloorbifenylen, organochloorpesticiden en zware metalen in paling, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer.

VMM (2002) Gebromeerde vlamvertragers: waar rook is, is vuur?

Lectoren

Ward De Cooman, Miet D'heer, Sofie Van Volsem, VMM

Raf De Fré, Mai Wevers, Vito

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Victor Dons, Vlaamse Gezondheidsinspectie

Frederic Lefevre, BFE

Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Marc Raemaekers, CLO

Klaus Rothenbacker, BSEF-Science Program

Christel Smets, ELIA

Toon Van Daele, IN

Elizabeth Van Eycken, Vlaamse Liga tegen Kanker

Tom Van Gerven, Afdeling Milieutechnologie, K.U.Leuven

Hugo Westyn, Electrabel

Gevolgen voor mens, natuur en economie

- 3.1 Mens 399
- 3.2 Natuur 409
- 3.3 Economie 421

3.1 Mens

Rudi Torfs, Integrale Milieustudies, Vito

Tim Nawrot, Elly Den Hond, Jan Staessen, Departement Cardiovasculair en Moleculair Onderzoek, K.U.Leuven

Myriam Bossuyt, MIRA, VMM

Dat de kwaliteit van onze leefomgeving invloed heeft op onze gezondheid wordt de laatste tijd meer en meer onderzocht en erkend. Er zijn verschillende manieren om deze complexe materie te benaderen. In dit hoofdstuk gebeurt dit op twee manieren. In het eerste deel worden met de indicator verloren gezonde levensjaren (uitgedrukt in DALY's of *disability adjusted life years*) de effecten van enkele milieufactoren naast elkaar geplaatst. In het tweede deel wordt ingegaan op biomonitoring in Vlaanderen, waarbij o.a. de aanwezigheid van pollutanten in de mens onderzocht wordt.

-
- ? Verloren gezonde levensjaren (DALY's) in Vlaanderen
 - ? Biomonitoring van PCB's en dioxines
 - ? Biomonitoring van genotoxische stoffen
 - ? Biomonitoring van lood en cadmium
-

399

1 Verloren gezonde levensjaren (DALY's): een methode voor het evalueren van de volksgezondheid

Om een inschatting te maken van het belang van milieufactoren op gezondheid is een indicator opgesteld die de totale milieu-invloed begroot en die aansluit bij bestaande gezondheidsindicatoren om de volksgezondheid te evalueren. De indicator *verloren gezonde levensjaren*, uitgedrukt in het aantal DALY's (*disability adjusted life years*), wordt onder meer door de Wereldgezondheidsorganisatie gebruikt, en sluit aan bij methodes om in een gezondheidsbeleid prioriteiten te stellen. Het aantal verloren gezonde levensjaren ten gevolge van de blootstelling aan verontreinigende stoffen wordt berekend op basis van de epidemiologische en toxicologische kennis over de effecten van luchtverontreiniging op de mens. Het aantal DALY's is een maat voor het aantal gezonde levensjaren die een populatie verliest door ziekte of vroegtijdige sterfte. In het geval van voortijdige sterfte is één DALY gelijk aan één verloren levensjaar. Voor ziekte wordt de ernst en de duur van de ziekte in de indicator verwerkt. Het aantal DALY's ten gevolge van ziekte en sterfte door milieufactoren geeft het verlies

aan levenskwaliteit weer en kan vergeleken worden met het verlies aan levenskwaliteit door andere factoren.

— Verloren gezonde levensjaren (DALY's) in Vlaanderen

In tabel 1 is voor een aantal *luchtverontreinigende stoffen* berekend hoeveel verloren gezonde levensjaren zij veroorzaken in Vlaanderen. Ondanks de beperking tot deze stoffen, blijft de informatie over hun effecten onzeker. Wanneer men deze indicator wenst te gebruiken in de prioriteitsetting van verschillende gezondheidsbeïnvloedende factoren, dan moet met de *onzekerheid* rekening gehouden worden. In vergelijking met specifieke ziektes zijn de te verwachten effecten van milieufactoren op gezondheid onzeker. Waar het duidelijk vastligt hoeveel verloren gezonde levensjaren verloren worden door bv. AIDS, of verkeersongevallen, is er op de inschatting van de verloren gezonde levensjaren een 95 % betrouwbaarheidsinterval van 17 800 tot 78 000 DALY's per jaar bij een mediaan van 32 455 DALY's (tabel 2).

Dit impacthoofdstuk sluit aan bij verschillende milieuthema's in deel 2 van dit rapport. Voor de hier niet-besproken stoffen waarvan er een vermoeden bestaat dat zij effecten veroorzaken op de gezondheid ontbreekt ofwel de nodige informatie over concentraties en achtergrondniveau's, ofwel een kwantitatief verband tussen concentratie en effect. Bijkomend onderzoek naar de relatie tussen deze stoffen en de gezondheid in Vlaanderen zal de afhankelijkheid van buitenlandse literatuurbronnen verminderen en zal de onzekerheid op de gebruikte dosis-effect relaties verkleinen. Bovendien kan door bijkomend onderzoek het aantal stoffen uitgebreid worden waarvoor DALY's bepaald kunnen worden.

De beschouwde pollutanten geven aanleiding tot het verlies van 32 455 gezonde levensjaren in Vlaanderen (tabel 2). Deze zijn in hoofdzaak terug te brengen tot hart- en luchtwegaandoeningen, kankers en ernstige hinder van geluid. Op een totaal van ongeveer 1,2 miljoen DALY's voor Vlaanderen (Baert *et al.*, 2001) is dit 2,7 %. Dit is in overeenstemming met een Nederlandse studie waar ongeveer 5 % van de totale ziektelast uitgedrukt in DALY's te wijten was aan milieufactoren (de Hollander *et al.*, 1999).

Zoals tabel 2 toont, domineren de *effecten veroorzaakt door PM₁₀* het totaal aantal verloren gezonde levensjaren (67 %), gevolgd door effecten van geluid. Het totale belang van de milieufactoren op kanker wordt ook gedomineerd door longkanker door PM₁₀ (1 897 DALY's in tabel 1). Samen met de andere kanker-verwekkende stoffen in tabel 2 is longkanker door PM₁₀ verantwoordelijk voor 12 % van de verloren gezonde levensjaren.

Tabel 1: Berekening van het aantal verloren gezonde levensjaren (DALY's) voor de verschillende polluenten (Vlaanderen, 2002)

effect	concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	populatie**	DALY's (mediaan)
PM10 acute effecten			
niet-accidentele sterfte	36	totaal	158
ziekenhuisopnames wegens luchtwegklachten	36	65+	0,6
ziekenhuisopnames wegens hartklachten	36	totaal	32
gebruik van bronchodilatoren tegen astma	36	astmatische kinderen 6-15 jaar	43
prevalentie van acute bronchitis	36	kinderen 6-15 jaar	391
PM10 chronische effecten			
cardio-respiratoire sterfte	36	30+	6 161
longkankersterfte	36	30+	1 879
incidentie van chronische bronchitis	36	25+	12 998
ozon, acute effecten			
niet-accidentele sterfte	67	total	297
verminderde activiteitsdagen	67	15+	37
ziekenhuisopname voor luchtwegklachten	67	15-64	15
ziekenhuisopname voor luchtwegklachten	67	65+	0,8
extra astma aanvallen	67	astmatici	377
symptoomdagen	67	15-64	0,4
UV/stratosferisch ozon melanoomsterfte	1 %	totaal	18
benzeen leukemiesterfte	1,1	totaal	2,3
benzeen leukemie (niet fataal)	1,1		0,4
PAKs (B(a)P) longkankersterfte	0,58 ng/m^3	totaal	22,7
As longkankersterfte	0,009	totaal	4,3
Ni longkankersterfte	0,012	totaal	1,9
Rn longkankersterfte	35 Bq/m^3	totaal	1 897
Pb			
inhalatie & IQ vermindering	0,19	kinderen 1 jaar	61
ingestie & IQ vermindering	6 205 $\mu\text{g}/\text{jaar}$	kinderen 1 jaar	1 527
geluid			
IHD sterfte	> 70 dB	blootgesteld boven 70 dB	46
IHD ziekenhuisopname	> 70 dB	blootgesteld boven 70 dB	36
ernstige hinder	> 70 dB	blootgesteld boven 70 dB	4 074
slaapverstoring	> 70 dB	blootgesteld boven 70 dB	2 375

* Jaargemiddelde concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 2002, tenzij anders vermeld.

** Populatie waarop het gezondheidseffect van toepassing is.

Bron: Vito, 2003.

Tabel 2: Totaal aantal verloren gezonde levensjaren (DALY's) door de verschillende polluenten (Vlaanderen, 2002)

	verloren gezonde levensjaren (DALY's)
<i>totaal</i>	32 455 (100 %)
totaal PM10	21 663 (67 %)
totaal ozon	727 (2 %)
totaal geluid	6 531 (20 %)
totaal kankerverwekkende stoffen (uitgezonderd PM10)	1 947 (6 %)
totaal Pb	1 588 (5 %)
<i>DALY/inwoner/jaar</i>	0,005
<i>DALY/inwoner/70 jaar</i>	0,38

Procentuele bijdrage van de verschillende subtotalen tussen haakjes.

Bron: Vito.

De ziektelast kan ook uitgedrukt worden als een verlies aan 500 *verloren gezonde levensjaren bij de beschouwde jaarlijkse concentraties* van de polluenten per 100 000 inwoners. Bij een ongewijzigde situatie in de toekomst (gedurende 70 jaar dezelfde concentraties en demografie), is de ziektelast op één mensenleven ongeveer 0,4 DALY's per persoon. Dit is niet gelijk aan het verlies aan levensverwachting in Vlaanderen van een 0,4 jaar, omdat dit ook ziektes omvat waarvan men kan genezen. Gemiddeld speelt bij een ongewijzigde toestand een inwoner van Vlaanderen een half gezond levensjaar kwijt door deze beschouwde set van milieufactoren.

De indicator werkt enkel met *jaargemiddelde concentraties*. Voor ozon bijvoorbeeld maskeert dit het effect van hoge ozonconcentraties die slechts enkele dagen per jaar voorkomen. Hiervoor zouden dagelijkse concentraties en gezondheidsdata moeten gebruikt worden. Voor de berekening van de indicator zijn veel gegevens nodig. Sommige potentieel belangrijke milieufactoren voor de volksgezondheid kunnen niet bepaald worden omwille van een gebrek aan cijfers. Omgekeerd zijn polluenten, waarvoor veel informatie beschikbaar is (PM10, ozon), sterk vertegenwoordigd.

Voor de berekening van de mogelijke effecten zijn enkele voorzichtige veronderstellingen gemaakt over de blootstelling en over de risicogroepen in de bevolking. Bovendien is een deel van de effecten nog niet in rekening gebracht, ervan uitgaande dat sterfte en ernstige ziekte slechts het topje van de ijsberg vormen. Zo is de inschatting van effecten van *lood* beperkt tot de groep van kinderen met een hoge blootstelling aan lood, hoewel er aanwijzingen zijn dat er ook effecten bij lage blootstelling meetbaar zijn. Andere mogelijke effecten van lood op gezondheid zijn buiten beschouwing gelaten. Voor de invloed van *UV-straling* op de vorming van kanker is de veronderstelling gemaakt dat 1 % van de melanomen (kwaadaardige huidkankers) hieraan te wijten is. In litera-

tuur over stratosferisch ozon wordt melding gemaakt van een extra incidentie van 7 huidkankers op 100 000 (0,007 %), op het hoogtepunt van het 'gat in de ozonlaag' waarbij UV-straling maximaal is (Fahey *et al.*, 2002). In het licht hiervan is 1 % een absolute bovengrens. Maar andere (minder kwaadaardige) effecten van toegenomen UV-straling zijn niet in rekening gebracht, en meer onderzoek moet hierin duidelijkheid brengen. Ook de gevolgen van *geluid* moeten beter bestudeerd worden in Vlaanderen. In het MINA-plan (2003-2007) zijn geluidsactieplannen opgenomen, om onder meer de hinder in kaart te brengen.

Ten opzichte van de door hart- en luchtwegaandoeningen veroorzaakte ziektelast in Vlaanderen, is het *milieu-aandeel* vrij belangrijk. Ongeveer 24 000 verloren gezonde levensjaren zijn veroorzaakt door hart- en luchtwegaandoeningen (tabel 1). Dit is ongeveer 19 % van het totaal aantal gezonde levensjaren dat in Vlaanderen door deze aandoeningen verloren wordt (Baert *et al.*, 2001). Uit een dergelijke analyse blijkt dat milieufactoren een beduidende rol kunnen spelen in specifieke ziekten. Er is bijkomend studiewerk naar de causaliteit van de milieufactoren nodig, en naar de omkeerbaarheid van de gezondheidsklachten indien de milieufactor weggenomen wordt. Het aantal mensen dat ziek wordt of sterft door luchtverontreiniging is niet gelijk aan het vermijdbaar aantal gevallen. Bij een reductie van bv. 50 % van de milieuconcentraties en de blootstelling aan die pollutanten die longkanker kunnen veroorzaken, zal het aantal overlijdens door longkanker niet met 50 % dalen. Rookgedrag en andere factoren nemen deels de plaats in van de milieurisico's.

Bij het berekenen van deze indicatoren is veel aandacht besteed aan het vastleggen van de juiste *achtergronddata*. Incidentie en prevalentie zijn in de mate van het mogelijke gebaseerd op Vlaamse data. In het licht van het totaal aantal verloren gezonde levensjaren door milieufactoren zijn kleine veranderingen in incidentie- of prevalentiecijfers niet doorslaggevend. De globale ziektelast ten gevolge van een pollutant of van een groep van pollutanten wordt hierdoor niet beïnvloed. Maar er blijft nood aan meer en betere achtergrondgegevens.

Het nut van het schetsen van een jaarlijkse evolutie van deze indicator wordt verder geëvalueerd. In ieder geval heeft deze methode, ondanks de vrij grote onzekerheid, het voordeel dat de milieu-invloed op gezondheid transparanter en objectiever ingeschat wordt. Hierdoor worden oncontroleerbare uitspraken in bv. de media vermeden en verbetert het inzicht over de factoren die ofwel belangrijk zijn en meer aandacht verdienen ofwel zeer onzeker zijn maar potentieel belangrijk en dus meer onderzoek vergen.

2 Biomonitoring: een methode voor het inschatten van blootstelling en effect

De mens kan op verschillende manieren worden blootgesteld aan milieu-polluenten, bijvoorbeeld via ademhaling, huidcontact, voeding, drinkwater, enz. Bovendien heeft elke persoon een verschillende manier van opname en verwerking van pollutanten. Om een geïntegreerd beeld te krijgen van de bloot-

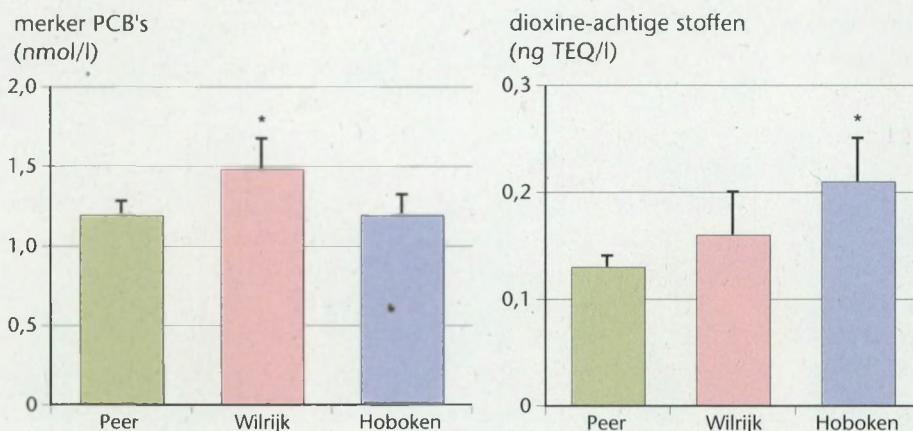
stelling aan toxische stoffen en om de individuele schade bij een persoon te kunnen meten, wordt *biologische monitoring* of *biomonitoring* toegepast. *Biomerkers van blootstelling* zijn toxische stoffen of metabolieten van toxische stoffen die gemeten worden in bloed, urine, nagel, haren, e.d. en die een beeld geven van de interne blootstelling. *Biomerkers van effect* zijn vroegtijdige en omkeerbare biologische veranderingen die reeds detecteerbaar zijn vóór een ziekte optreedt en die in relatie staan met de blootstelling aan toxische stoffen.

Medici en toxicologen spraken hun bezorgdheid uit over de grotere gevoeligheid van kinderen en adolescenten voor milieupolluenten (Golub, 2000). In opdracht van de Vlaamse regering werd in 1999 de pilootstudie 'Milieu en Gezondheid' bij adolescenten uitgevoerd. In deze studie werd bij 200 adolescenten in 2 voorsteden van Antwerpen (Wilrijk en Hoboken) en in een landelijk controlegebied (Peer) nagegaan of het haalbaar is om met biomonitoring de blootstelling aan een groot aantal milieupolluenten en hun vroegtijdige gezondheidseffecten te meten (Staessen *et al.*, 2001; Vlietinck, *et al.*, 2000).

— Biomonitoring van PCB's en dioxines

Om de activiteit van *dioxineachtige stoffen* in het lichaam te meten, wordt gebruik gemaakt van biologische testen zoals de Calux-test. De concentratie aan PCB's in het serum geeft een goed beeld van de totale PCB-concentratie in het lichaam. De zogenaamde 'merker PCB's' zijn een groep van PCB's die relatief gemakkelijk te bepalen zijn en die in de hoogste concentratie aanwezig zijn in het menselijk lichaam waardoor ze representatief zijn voor de totale PCB-belasting (2.23 Verspreiding van PCB's). De merker PCB's in serum waren het hoogst in Wilrijk terwijl de serum dioxineconcentratie het hoogst was in Hoboken (figuur 1). De hogere dioxinegehalten in het serum van adolescenten uit Hoboken zijn in overeenstemming met de sterk verhoogde dioxine-depositie die door VMM werd gemeten vóór en tijdens deze studie (deposities 27 pg toxische equivalenten (TEQ); norm = 6,8 pg TEQ).

Figuur 1: Blootstelling aan PCB's (serum PCB-concentratie) en aan dioxines (serum-dioxineconcentraties) bij adolescenten (Peer, Wilrijk en Hoboken, 1999)



* significant hoger dan in andere gebieden

Bron: K.U.Leuven.

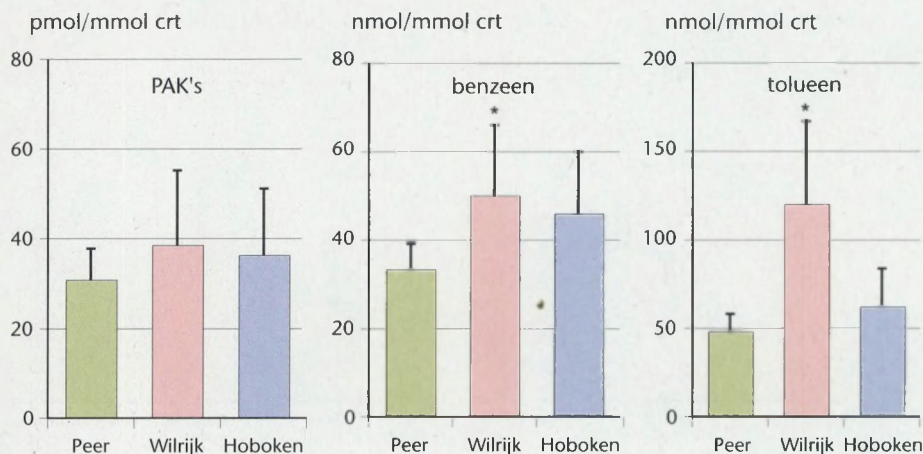
Het International Agency for Research on Cancer (IARC) klasseert 2,3,7,8- TCDD, het meest giftige dioxine, als een kankerverwekkende stof. *Dioxines* zijn kankerverwekkend via indirecte mechanismen, waaronder effecten op het afweersysteem. De resultaten van de pilootstudie 'Milieu en Gezondheid' tonen aan dat zich bij de huidige blootstellingen veranderingen in het afweersysteem van adolescenten kunnen voordoen. Dit uit zich in een verminderde hoeveelheid antistoffen en 'natural-killer-cellen' bij een hogere dioxinebelasting.

Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat verschillende PCB's en dioxines een *hormoonversturende werking* hebben. In de pilootstudie 'Milieu en Gezondheid' bleek dat jongens met hogere serum PCB's zich nog in een lager puberteitsstadium bevonden. Meisjes met een hogere dioxinebelasting hadden minder vaak het volwassen stadium van borstontwikkeling bereikt. Dit komt overeen met de gangbare hypothese dat PCB's een oestrogene (vervrouwelijking) en dioxines een anti-oestrogene werking hebben.

— Biomonitoring van genotoxische stoffen

Genotoxische stoffen of carcinogenen (bv. *benzeen*, *tolueen*, *PAK's*) zijn stoffen die een verbinding met het erfelijk materiaal van elke lichaamscel kunnen aangaan. De ontstane reactieproducten kunnen leiden tot veranderingen van het erfelijke materiaal en tot kanker. De biomerkers van benzeenblootstelling (t,t'-muconzuur in urine) en van tolueenblootstelling (ortho-cresol in urine) waren verhoogd in Wilrijk in vergelijking met Hoboken en Peer. Ook de biomarker voor blootstelling aan PAK's (1-hydroxypyreen in urine) was het hoogst in Wilrijk maar dit verschil was statistisch niet significant (figuur 2).

Figuur 2: Blootstelling aan PAK's (1-hydroxypyreen in urine), benzeen (t,t'-muconzuur in urine) en tolueen (ortho-cresol in urine) bij adolescenten (Peer, Wilrijk en Hoboken, 1999)



* significant hoger dan in andere gebieden; crt = creatinine

Bron: K.U.Leuven.

Biologische veranderingen van het genetisch materiaal, zoals *chromosoom-aberraties* en *chromatidebreuken*, kunnen leiden tot kanker. Deze veranderingen kunnen zichtbaar gemaakt worden onder de microscoop. In de pilootstudie 'Milieu en Gezondheid' werden bij de huidige blootstellingsniveaus aan genotoxische stoffen, effecten op het erfelijk materiaal van de adolescenten gevonden. Bij een verdubbeling van de benzeenblootstelling was er 74 % meer kans op chromatidebreuken. Bij een verdubbeling van de PAK-blootstelling was er 58 % meer kans op chromatidebreuken en 56 % meer kans op chromosoomaberraties.

— Biomonitoring van lood en cadmium

Urinaire cadmium is een maat voor levenslange blootstelling aan cadmium. Er werden geen verschillen in urinaire cadmium gevonden tussen de adolescenten van de 3 onderzoeksgebieden in de pilootstudie 'Milieu en Gezondheid'. De loodconcentratie in bloed – een maat voor de blootstelling aan lood in de voorbije maanden – was significant verschillend tussen de 3 gebieden: 72 nmol/l in Peer, 87 nmol/l in Wilrijk en 132 nmol/l in Hoboken. Indien alleen de deelnemers van Hoboken in beschouwing werden genomen, nam de loodconcentratie in bloed af, indien de adolescent verder in de noordoostelijke richting van de non-ferro industrie woonde (meest voorkomende windrichting in Vlaanderen is zuid-west).

Zware metalen schaden de werking van de nieren. De werking van de nieren kan opgevolgd worden door het meten van cystatine-c in het serum en

β_2 -microglobuline in de urine. De pilootstudie 'Milieu en Gezondheid' toonde aan dat de concentraties van beide stoffen verhoogd waren in Hoboken. Dit wijst op een verminderde werking van de nier. De concentraties van de nierfunctieparameters stegen met toenemende loodconcentraties in het bloed. Bovendien werd voor cystatine-c hetzelfde geografische patroon gevonden als voor bloed lood, namelijk afnemende concentraties in noordoostelijke richting weg van de non-ferro industrie. Dit betekent vermoedelijk dat de verminderde werking gerelateerd is aan de verhoogde blootstelling aan lood. Deze effecten waren reeds zichtbaar bij lage blootstellingen.

— Conclusies en verdere ontwikkelingen

Het *pilootproject 'Milieu en Gezondheid'* uitgevoerd bij 200 adolescenten bewees dat het mogelijk was om bij jongeren, boven op de achtergrondblootstelling, geografische gradiënten aan te tonen in verschillende biomerkers van blootstelling en effect. Bij de huidige concentraties was het ook mogelijk om statistisch en biologisch betekenisvolle correlaties in het licht te stellen tussen biomerkers van blootstelling en vroegtijdig effect. Deze relaties dienen echter nog bevestigd te worden in verder onderzoek. Bovendien moet er ook aandacht zijn voor langetermijnonderzoek en voor het cumulatief effect van verschillende milieufactoren.

Op 31 oktober 2001 werd een aantal steunpunten opgericht voor beleidsondersteunend onderzoek. Eén daarvan is *het steunpunt Milieu en Gezondheid* (www.milieu-en-gezondheid.be). Bedoeling is om het Vlaamse beleid inzake milieu en gezondheid wetenschappelijk te onderbouwen om zodoende corrigerend en preventief op te treden. Binnen dit steunpunt werd er o.a. een biomonitoringsprogramma opgezet waarbij er verschillende groepen (pasgeborenen, adolescenten en volwassenen) worden onderzocht in verschillende typegebieden in Vlaanderen. Hierdoor zal het mogelijk zijn in de toekomst de hogervermelde impactindicatoren in de vorm van resultaten van opeenvolgende (driejaarlijkse) biomonitoringsprogramma's op testgroepen op te volgen en te vergelijken. Hiervoor kunnen dan in de toekomst doelstellingen ontwikkeld worden en gerichte maatregelen worden genomen.



Meer informatie in het achtergronddocument Mens op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

- Baert E., Byttebier G., De Backer G., Van Oyen H., Aelvoet W., De Henauf S. (2001) DALYs voor Vlaanderen: ontwikkeling van geïntegreerde gezondheidsindicatoren op basis van bestaande Vlaamse gegevens inzake ziekte en gezondheid, PBO/UG/143, Vakgroep maatschappelijke gezondheidskunde Universiteit Gent.
- de Hollander A.E.M., Melse J.M., Lebrecht E., Kramers P.G.N. (1999) An aggregate public health indicator to represent the impact of multiple environmental exposures, *Epidemiology*, **10**, 606-617.
- Fahey *et al.* (2002) Twenty questions and answers about the ozone layer. UNEP/ WMO scientific assessment of ozone depletion 2002, Prepared by the scientific assessment panel of the Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer.
- Golub M.S. (2000) Adolescent health and the environment, *Environ. Health Perspect.*, **108**(4), 355-362.
- Staessen J.A., Nawrot T., Hond E.D., Thijs L., Fagard R., Hoppenbrouwers K., Koppen G., Nelen V., Schoeters G., Vanderschueren D., Van Hecke E., Verschaeve L., Vlietinck R., Roels H.A. (2001) Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers, *Lancet*, **357**(9269), 1660-1669.
- Torfs R. (2003) Kwantificering van gezondheidsrisico's aan de hand van DALY's en externe gezondheidskosten, www.milieurapport.be, onder publicaties 2003.
- Vlietinck R., Schoeters G., Van Loon H., Loots I. (2000) Ontwikkeling van een concept voor de opvolging en risico-evaluatie van blootstelling aan leefmilieupolluenten en hun effecten op volksgezondheid in Vlaanderen, Algemene koepeltekst, eind-rapport van het onderzoek milieu en gezondheid, www.wvc.vlaanderen.be/gezondmilieu/onderzoeken/koepel/koepeltekst/pdf/koepel_tekst.pdf

Lectoren

- Dominique Aerts, Ludwine Casteleyn, Birgit Durmez, Maja Mampaey, Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Dirk Coeckelbergh, DVV Verzekeringen nv
- Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies
- Chris Dutry, Weekblad De Bond
- Lars Hegemann, Axel Verachtert, APS, Departement AZF
- Chris Jacobson, ARGUS
- Hans Keune, STEM, UA-UFSIA
- André Poffijn, FANC
- Koen Schoeters, Gerrit Tilborghs, Gezondheidsinspectie coördinatie, Departement WVC
- Gunther Van Broeck, Afdeling AMINABEL, AMINAL
- Greet Van Kershaever, Faculteit Geneeskunde, K.U.Leuven
- Joeri Van Mierlo, Vakgroep Elektrotechniek, VUB
- Wouter Van Reeth, IN
- Paul Vanhaecke, Ecolas nv
- Jan Willems, Vakgroep Maatschappelijke Gezondheidskunde, UGent
- Jim Williams, Ecopower cvba

3.2 Natuur

Myriam Dumortier, Johan Peymen, NARA, IN
Hanne Degans, MIRA, VMM

De jongste jaren verbetert de toestand van de vissen in de grotere Vlaamse rivieren en groeit het draagvlak voor natuurbehoud. Dit zijn de twee hoopgevende signalen uit het derde Natuurrapport (NARA, 2003 a). De overige cijfers wijzen echter telkens opnieuw op het zorgwekkende verlies aan biodiversiteit in Vlaanderen. Het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) moet leiden tot de creatie van grotere aaneengesloten gebieden waar kwetsbare natuur weer kansen krijgt. Het VEN wordt ondersteund door een Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON), dat uit natuurverwevings- en natuurverbindingsgebieden bestaat. De beleidsdoelstelling is een totaal van 125 000 ha VEN en 150 000 ha natuurverwevingsgebied tegen eind 2002 (Decreet Natuurbehoud 1997, Vlaams Regeerakkoord 1999, Beleidsnota Leefmilieu 1999-2004). In oktober 2003 keurde de Vlaamse regering de eerste 85 000 ha VEN goed. Maar het zijn net de overblijvende 40 000 ha die de puzzel moeten vervolledigen en aanleiding geven tot grotere gebieden en betere kansen voor natuurherstel.

Het Instituut voor Natuurbehoud brengt in haar tweejaarlijks Natuurrapport verslag uit over de toestand van de natuur in Vlaanderen. Elk rapport bevat de recentste gegevens over soorten en hun leefgebieden. Ook het duurzaam gebruik van natuur en de beleidsinitiatieven tot bescherming en herstel worden geëvalueerd. Het Natuurrapport is raadpleegbaar op www.nara.be. Voor dit hoofdstuk in MIRA werden enkele indicatoren uit NARA 2003 geselecteerd. Er werd geopteerd voor enkele nieuwe tijdsreeksen van soortengroepen, het VEN omwille van zijn actualiteit en het draagvlak voor natuurbehoud omdat dit thema veelal onderbelicht blijft.

-
-  Vissen
 -  Amfibieën
 -  Waterplanten in de kustpolders
 -  Bedreigde planten volgens biotoop
 -  Vlaams Ecologisch Netwerk
 -  Draagvlak voor natuurbehoud
-

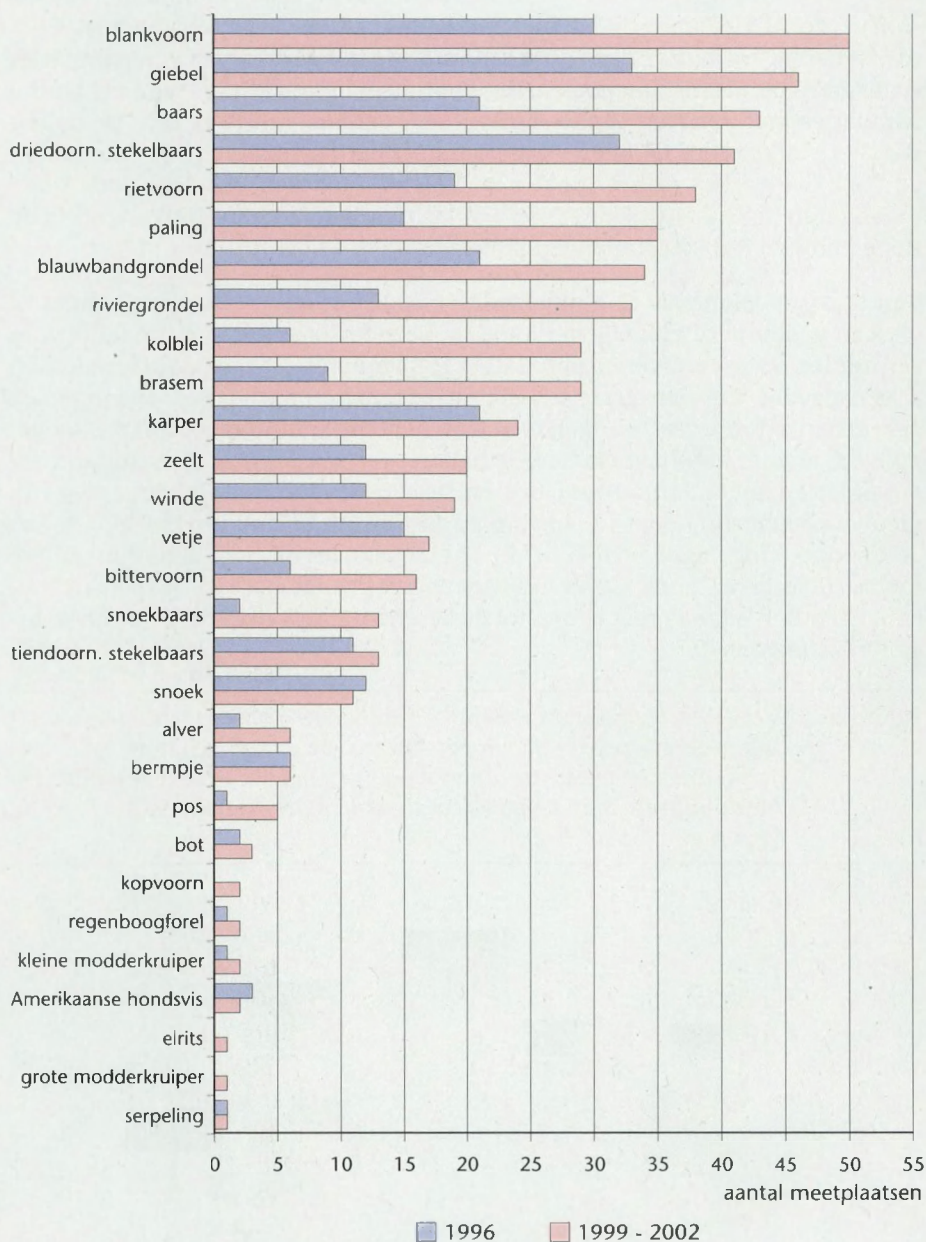
— Vissen

De voorbije jaren is de toestand van de vissen in de *grotere rivieren* er duidelijk op verbeterd (figuur 1). Uit resultaten van 57 meetplaatsen in de Leie, Boven-schelde, Dender, Demer en IJzer blijkt dat er van bijna alle gevonden soorten in 1999-2002 meer vindplaatsen waren dan in 1996 en dat alle onderzochte rivieren meer vissoorten bevatten. Zelfs in de Leie en de Boven-schelde, waar in 1996 op meer dan de helft van de meetplaatsen geen vis gevonden werd, was dit in 1999-2002 wel altijd het geval. In de Zeeschelde werden enkele op Europees niveau bedreigde soorten, zoals fint en zee-prik, opnieuw opgemerkt. Het herstel van de vispopulaties is vooral het resultaat van de betere waterkwaliteit dankzij waterzuivering.

Toch zijn er nog een aantal belangrijke randvoorwaarden om tot een *duurzaam herstel* van de vispopulaties te komen. Eerst en vooral is het essentieel dat de verbeterde waterkwaliteit permanent behouden blijft, zoniet is er risico op massale vissterfte. Een tweede knelpunt zijn de vele hindernissen in de rivieren, zoals stuwen en sluizen, die migratie van vissen belemmeren. Volgens de BENELUX-beschikking van 1996, overgenomen in het Decreet Integraal Waterbeleid van 2003, moeten tegen 2010 alle migratieknelpunten opgelost zijn (bv. door het plaatsen van vistrappen). In 2001 en 2002 werd de eerste 6 % gesaneerd. Ten slotte zijn er de vele waterbeheersingswerken aan onze rivieren: indijkingen, rechttrekkingen, verbredingen, opstuwingen, verstevigingen van oevers en slib- en kruidruimingen. Als gevolg hiervan zijn paaipplaatsen voor vissen schaars en zijn snelstromende trajecten, die sommige vissen nodig hebben, ver te zoeken. Een natuurgerichte herinrichting van bedding, oevers en overstromingsgebieden kan voor meer geschikte habitats zorgen en het herstel van de vispopulaties meer duurzaam maken (2.19 Kwaliteit oppervlaktewater). Het nieuwe Decreet Integraal Waterbeleid biedt hiervoor een juridische omkadering.

Terwijl de toestand van de vispopulaties in de *grotere rivieren* duidelijk verbetert, is dit in de *bovenlopen* niet het geval. Metingen tonen aan dat de ortho-fosfaatbelasting in de bovenlopen van de Nete blijft stijgen, o.a. omdat daar minder water wordt gezuiverd. Nochtans zijn in deze bovenlopen veel soorten bijzonder gevoelig voor schommelingen in waterkwaliteit. De kritische toestand van vispopulaties buiten de *grotere rivieren* blijkt uit de visindex (2.19 Kwaliteit oppervlaktewater). Onderzoek naar de zeldzame rivierdonderpad toonde bovendien aan dat in bovenlopen de populaties klein en geïsoleerd zijn. Verder bleek dat deze populaties een geringere genetische diversiteit bezitten, alsook een verminderde conditie (Knaepkens *et al.*, 2002).

Figuur 1: Vergelijking van het aantal vindplaatsen van vissoorten in 1996 en in 1999-2002 in de IJzer, Leie, Bovenschelde, Dender en Demer (57 meetpunten)



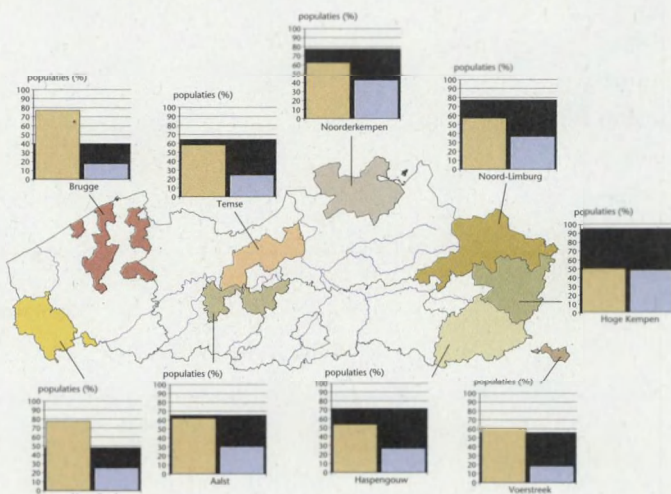
Bron: IBW.

— Amfibieën

In 1999-2001 werden 750 poelen, die tijdens de periode 1975-1989 minstens één maal werden onderzocht, opnieuw geïnventariseerd op groene kikker, bruine kikker, gewone pad, alpenwatersalamander en kleine watersalamander (Colazzo *et al.*, 2001). Het aantal vindplaatsen tijdens de tweede periode bedroeg 64 % van het vroegere aantal, dit is de resultante van het verdwijnen van populaties en de (her)kolonisatie van poelen. Het komt neer op een afname van het aantal populaties met ruwweg één derde over een periode van 15-25 jaar. De daling was het sterkst voor de kleine watersalamander (-48 %) en de groene kikker (-41 %). Het verlies is het grootst in West-Vlaanderen, gevolgd door Oost-Vlaanderen (figuur 2). Ook de sterke achteruitgang in Voeren is opvallend. In de Hoge Kempen is de toestand vrij stabiel.

Van de 750 poelen was 22 % tijdens de tweede periode verdwenen, omdat ze werden gedempt of volledig verlandden. Deze factor is verantwoordelijk voor één derde van de verdwenen populaties. Het verlies van de overige tweederden is een gevolg van een grote diversiteit aan factoren, die met onaangepast gebruik en externe verstoringen te maken hebben. Sinds 1999 bestaat de mogelijkheid om met het Vlaamse Gewest beheerovereenkomsten af te sluiten voor de aanleg en het onderhoud van poelen. De eerste resultaten van de aanleg van nieuwe poelen zijn hoopgevend voor de amfibieën. In Limburg bleek 95 % van de in 2000 aangelegde poelen in 2001 al bevolkt, en dit door één of meerdere soorten (Baert *et al.*, 2001). De aanleg van nieuwe poelen moet wel met omzichtigheid gebeuren en mag niet leiden tot de beschadiging van andere natuurwaarden in valleigebeden.

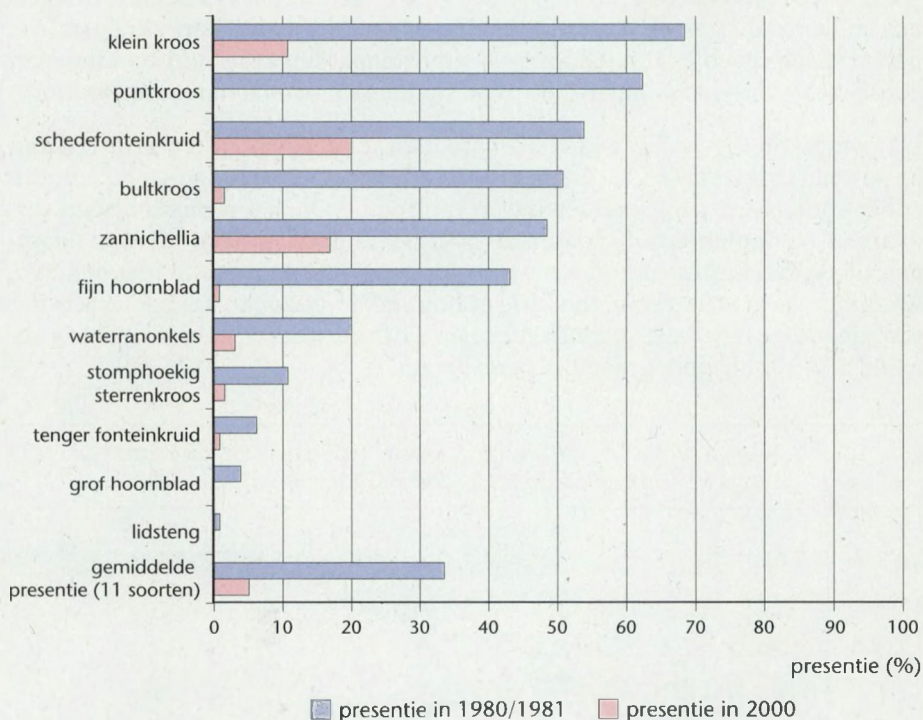
Figuur 2: Verlies van vindplaatsen van amfibieën in 9 onderzochte regio's in Vlaanderen: zwarte balk = percent van de vindplaatsen in 1999-2001 ten opzichte van 1975-1989, gele balk = percent verlaten vindplaatsen, blauwe balk = percent nieuwe vindplaatsen (750 meetplaatsen)



— Waterplanten in de kustpolders

In de kustpolders werd de toestand van de waterplanten onderzocht. Ook deze resultaten zijn zorgwekkend. In de Uitkerkse polder is de jongste 20 jaar het aantal vindplaatsen van waterplanten met 85 % verminderd (figuur 3). Zelfs soorten die goed bestand zijn tegen wijzigingen in de leefomgeving als klein kroos gingen drastisch achteruit. Onderzoek naar lidsteng, over de gehele kustpolders, toonde aan dat er sinds 1960 een systematische vermindering is van het aantal vindplaatsen. Mogelijke oorzaken van dit verlies aan biodiversiteit zijn verdroging, verzilting en het inspoelen of inwaaien van mest en bestrijdingsmiddelen.

Figuur 3: Procentueel aantal vindplaatsen (presentie) van waterplanten in de Uitkerkse polder in 1980-1981 en 2000 (130 meetplaatsen)



Bron: Vanhecke *et al.* (in prep.).

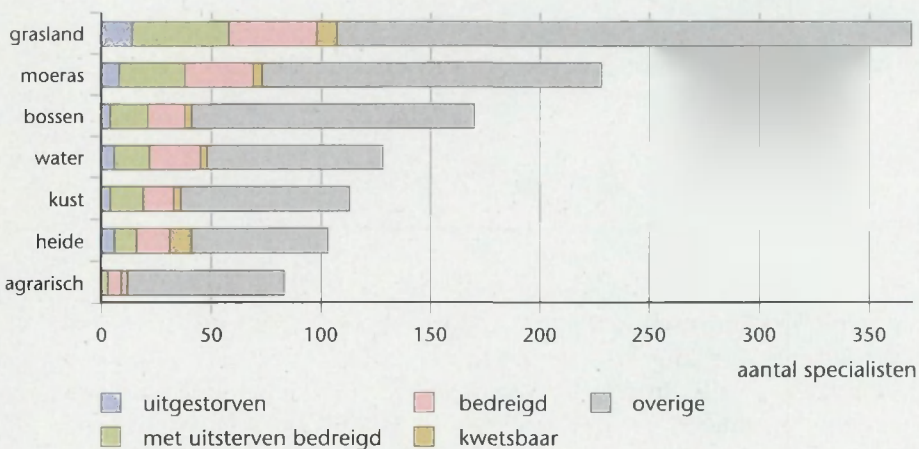
— Bedreigde planten volgens biotoop

Figuur 4 toont het aantal soorten hogere planten dat typisch is voor elk biotoop (specialisten). Deze typische soorten kunnen zich enkel in heel specifieke omstandigheden handhaven. Voor elk biotoop is aangegeven hoeveel van die typische soorten op de Rode Lijst staan en dus uitgestorven, met uitsterven bedreigd, bedreigd of kwetsbaar zijn.

Uit de totalen blijkt dat in graslanden het grootste aantal typische soorten groeit. Ook het aantal op de Rode Lijst is er het hoogst. Historisch permanente graslanden zijn zeer divers. Vooral door de intensivering van de landbouw is hun oppervlakte sterk geslonken. De recentste schattingen in NARA 2003 geven ongeveer 58 000 ha historisch permanent grasland aan. Steekproeven in de polders wijzen op een halvering van de oppervlakte gedurende de jongste 20 jaar. Ook elders in Vlaanderen wordt achteruitgang vastgesteld, maar deze is niet gekwantificeerd. Slechts in de helft van de historisch permanente graslanden geldt een verbod of vergunningsplicht voor vegetatiewijziging. Er zijn regelmatig overtredingen op deze regelgeving en waar deze worden vastgesteld is het juridische gevolg onduidelijk. Een betere toepassing en een uitbreiding van deze regelgeving naar alle historisch permanente graslanden is aangewezen.

Wat verder opvalt, is dat in heide het grootste aandeel van de typische soorten op de Rode Lijst staat (40 %). Dit biotoop wordt dus sterk bedreigd. Oorzaken zijn onder andere verzuring, vermesting en verdroging. Door deze verstoringen verdwijnen heideplanten of worden ze overgroeid door grassen of door boomopslag. Buiten natuurreervaten worden heidegebieden meestal niet beheerd, waardoor vergassing en verbossing er nog sneller verlopen. De paradox is dat door de strikte regelgeving rond ontbossing, het herstel van beboste of verboste heide dikwijls bijzonder moeilijk te realiseren is.

Figuur 4: Aantal typische soorten per biotoop (specialisten) en aantal typische soorten op de Rode Lijst per biotoop in Vlaanderen



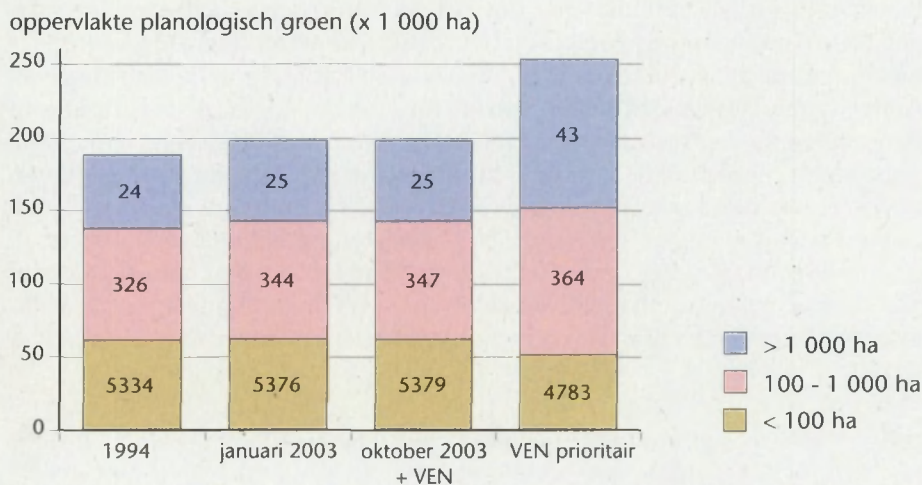
Bron: NARA, 2003 b.

— Vlaams Ecologisch Netwerk

De natuur in Vlaanderen is sterk versnipperd. Populaties planten en dieren geraken hierdoor afgezonderd en sterven uit. In kleine natuurgebieden hebben de vele externe verstoringen veel meer invloed dan in grote gebieden. Grote gebieden laten bovendien meer herstelmaatregelen toe (bv. op hydrologisch vlak). Veel soorten hebben grotere aaneengesloten gebieden nodig om te kunnen overleven, en verbindingen om zich te kunnen verplaatsen tussen die gebieden. Het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) heeft tot doel die grotere eenheden natuur tot stand te brengen (125 000 ha). Het Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON) dient om uitwisseling tussen de populaties van de grote eenheden toe te laten (150 000 ha natuurverwevingsgebied en een onbepaalde oppervlakte natuurverbindingsgebied). Het Natuurdecreet van 1997 voorziet de afbakening van het VEN en van de natuurverwevingsgebieden binnen de 5 jaar (tegen eind 2002). Deze doelstelling werd bevestigd door de Vlaamse regering in het Regeerakkoord van 1999 en door de Vlaamse minister van Leefmilieu en Landbouw in de Beleidsnota Leefmilieu 1999-2004. De realisatie van deze doelstelling is nog niet afgerond, terwijl de termijn is overschreden.

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (1997) voorziet tussen 1994 en 2007 de afbakening van 38 000 ha extra planologische natuur- en reservaatgebieden. Deze zijn bedoeld om het VEN te realiseren. Tussen 1994 en 2003 werd de oppervlakte planologisch groen 10 000 ha groter en is daarmee een beperkte ontsnippering gerealiseerd (figuur 5). In september 2003 keurde de Vlaamse regering de eerste 85 000 ha van het VEN definitief goed. Dit draagt nog niet bij aan de creatie van grotere eenheden planologisch groen; in figuur 5 zijn de tweede en derde balk dus vrijwel identiek. Ondertussen zijn groene Ruimtelijke Uitvoeringsplannen (RUPs) in behandeling voor gebieden waarover tussen de sectoren consensus bestaat (natuur, bos, landbouw). Het betreft voorlopig een totaal van ongeveer 2 600 ha extra VEN-gebied. De creatie van grote eenheden hangt nu vooral af van de juiste selectie van de nog ontbrekende gebieden om de 125 000 ha VEN te bereiken, een oefening waarbij nog moet worden onderhandeld tussen de betrokken sectoren. Om hiertoe bij te dragen werd een zoekzone afgebakend, het zogenaamde prioritaire VEN van 140 000 ha. Bij realisatie van dit prioritaire VEN zou het aantal gebieden groter dan 1 000 ha stijgen van 25 naar 43 en het aantal gebieden tussen 100 en 1 000 ha van 344 naar 364 (figuur 5). Tot een dergelijke ontsnippering zal het nooit komen; hoe de grootteverdeling in de definitieve 125 000 ha VEN zal zijn, valt af te wachten. Pas wanneer grotere gebieden zijn afgebakend én hiervoor degelijke natuurrichtplannen zijn uitgewerkt én aanvaard, kan optimaal aan beheer en herstel worden gewerkt. Pas dan krijgt een duurzame instandhouding van kwetsbare soorten en habitats de beste kansen. Hoe langer dit op zich laat wachten, hoe meer soorten ondertussen dreigen te verdwijnen en hoe moeilijker en duurder het achteraf zal zijn om tot herstel te komen.

Figuur 5: Evolutie van de oppervlakte planologisch groengebied en van het aandeel per oppervlaktecategorie, tussen 1994 en 2003 (eerste en tweede balk), na goedkeuring van de eerste 85 000 ha VEN in oktober 2003 (derde balk) en mits afbakening van het prioritaire VEN (vierde balk). In de segmenten staat het aantal groengebieden per oppervlaktecategorie



Bestemmingswijzigingen door Bijzondere Plannen van Aanleg en gemeentelijke en provinciale RUPs zijn hier niet inbegrepen.

Bron: NARA, 2003 c.

— Draagvlak voor natuurbehoud

Diverse indicatoren tonen aan dat het draagvlak voor natuurbehoud in Vlaanderen groeit (tabel 1). Meer burgers bezoeken bos- en natuurgebieden, zijn bereid zich in te zetten voor natuurbehoud en worden lid van natuurverenigingen. Ondertussen fusioneerde Natuurreservaten met de Wielewaal en is het ledenaantal van de fusievereniging Natuurpunt opgelopen tot 47 000. Ook de ambtelijke en budgettaire inspanningen nemen toe. Dat ondanks deze verscherpte aandacht voor natuur nog steeds zoveel soorten achteruitgaan, heeft diverse oorzaken. Ten eerste is de natuur er dermate op achteruitgegaan, dat bijzonder grote inspanningen nodig zijn om het tij te keren. Ten tweede was de inspanning in 1996 nog zeer bescheiden in vergelijking met veel andere West-Europese landen. Dit blijkt onder andere uit de oppervlakte effectief beschermde en goed beheerde natuurterreinen die in Vlaanderen (minder dan 2 %) veel lager ligt dan het Europese gemiddelde (4,8 %). Het beleid is de jongste jaren aan een duidelijke inhaalbeweging bezig. De verbeterde toestand van de vispopulaties in de grotere rivieren is een eerste hoopgevend teken van herstel. Dat de toestand van veel andere soorten nog steeds kritiek is, toont aan dat het er nu op aankomt in deze richting verder te gaan.

Tabel 1: Maatschappelijk, ambtelijk en budgettair draagvlak voor natuurbehoud

	1996	2000
bevolking die natuur bezoekt (%)	59	69
bevolking die actiebereid is (%)	35	40
leden natuurreservaten vzw	30 000	40 000
personeel natuur Vlaamse Gemeenschap	356	712
aankoopbudget natuurreservaten (miljoen euro)	6,6	16,2
beheerssubsidie natuurreservaten (miljoen euro)	0,28	2,61

Bron: NARA, 2003 d.



Meer informatie in het Natuurrapport 2003 op www.nara.be

Referenties

Baert P., Colazzo S., Bauwens D., Valck F. (2001) De status van de Limburgse amfibieën: recente ontwikkelingen en hoop voor de toekomst. Likona jaarboek 2001, nr. 11, 38-47.

Colazzo S., Baert P., Valck F., Bauwens D. (2001) Kwantificeren van recente veranderingen van de status van amfibieën en hun biotopen in het landelijke gebied. Rapport VLINA 00/02, Brussel.

Knaepkens G., Bruyndoncx L., Meeus W., Knapen D., Vandervennet E., Bervoets L., Blust R., Coeck J., Verheyen E., Eens M. (2001) Verlies van genetische variatie bij zeldzame en bedreigde inheemse vissoorten: omvang, consequenties en maatregelen: eindverslag. Rapport VLINA 99/03, Brussel.

NARA 2003 (2003 a) Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.

NARA 2003 (2003 b) De Bruyn L. Vaatplanten. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.

NARA 2003 (2003 c) Peymen J., Monden S. Versnippering. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 21, Brussel, 352 p.

NARA 2003 (2003 d) Bogaert D., De Zitter M., Wymeersch T. Draagvlak voor natuur. In: Dumortier M., De Bruyn L., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Weyembergh G., van Straaten D., Kuijken E. (Red.) Natuurrapport 2003. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, nr. 21, 352 p.

Vanhecke L., Hoffman M., Zwanepoel M. (in prep.) Water- en moerasplanten in de Uitkerkse Polder: een vergelijking tussen de situatie in 1980/81 en 2000.

Lectoren

Veerle Campens, ALB, Departement EWBL

An Cliquet, Vakgroep Internationaal Publiekrecht, UGent

Dirk Coeckelbergh, DVV Verzekeringen nv

Peter De Smedt, Centrum voor Milieurecht, UGent

Isabel Dobbelaere, WES Onderzoek & Advies

Birgit Dumez, Nele Schoonens, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL

Chris Dutry, Weekblad De Bond

Walter Galle, Els Martens, René Meeuwis, Afdeling Natuur, AMINAL

Peter Goethals, Labo Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, UGent

Dirk Gullentops, Figas

Lars Hegemann, Axel Verachtert, APS, Departement AZF

Noël Lust, Laboratorium voor Bosbouw, UGent

Marijke Meul, Steunpunt Duurzame Landbouw

André Poffijn, FANC

Joeri Van Mierlo, Vakgroep Elektrotechniek, VUB

Wouter Van Reeth, IN

Johan Vandewalle, Afdeling ruimtelijke planning, AROHM

Hugo Westyn, Electrabel

Jim Williame, Ecopower cvba

3.3 Economie

Jeroen Van Laer, MIRA, VMM

Rudi Torfs, Integrale Milieustudies, Vito

Griet De Ceuster, Transport & Mobility Leuven

Dit hoofdstuk gaat in op enkele aspecten uit het domein van milieu & economie. Aan de hand van een aantal (groepen van) indicatoren zal worden nagegaan of het belastingstelsel vergroent, hoe hoog de externe gezondheidskosten door de luchtvervuiling in Vlaanderen zijn en ten slotte, in welke mate de externe kosten van wegverkeer geïnternaliseerd zijn in de prijs die de gebruiker betaalt.



Vergroening van het belastingstelsel



Externe gezondheidskosten door luchtvervuiling: een aantal polluenten



Internalisering van externe kosten van het wegverkeer

— Vergroening van het belastingstelsel

Vergroent het belastingstelsel in Vlaanderen, België en de Europese Unie (EU)? Worden milieuschadelijke activiteiten relatief meer belast dan vroeger? Wordt er meer gebruik gemaakt van belastingen om de milieudruk te verminderen en om milieudoelen te realiseren? Uit tabel 1 en figuur 1 blijkt in ieder geval dat de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen sinds 1981 in Vlaanderen, België en de EU sterk gestegen zijn. Milieugerelateerde belastingen zijn belastingen waarvan de belastingsbasis een bewezen, negatieve impact heeft op het milieu. Ook de energie- en transportbelastingen worden hierbij gerekend. Retributies - waarbij de betaling rechtstreeks verbonden is aan een dienst (zoals bij afvalophaling) - worden uitgesloten. Ook de BTW wordt niet meegerekend (Eurostat, 2001).

De energiebelastingen worden in België op federaal niveau geheven en zijn veruit de belangrijkste milieugerelateerde belastingen. In 2002 zorgden deze belastingen voor 61 % van de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen in Vlaanderen. De energiebelastingen omvatten in de eerste plaats de Accijnzen en Bijzondere Accijnzen op Minerale Oliën (voornamelijk transportbrandstoffen). Deze zijn in de loop van de jaren 1970-1980 ontstaan (afhankelijk van de brand-

stof) en waren in 2002 goed voor 95 % van de inkomsten uit energiebelastingen. Verder bestaat er sinds 1994 ook de Energiebijdrage op elektriciteit, aardgas, stookolie en brandstoffen zoals kerosine en benzine.

De transportbelastingen waren eveneens tot voor kort allemaal federale belastingen. Sinds 2002 zijn de Verkeersbelasting, de Belasting op de inverkeerstelling en het Eurovignet (op vrachtvervoer) echter overgeheveld naar de gewesten. De Accijnscompenserende belasting bleef federaal. Alle transportbelastingen – behalve de Verkeersbelasting – zijn in de loop van de jaren 1990 ontstaan. In 2002 hadden ze een aandeel van 31 % in de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen.

Tabel 1: Inkomsten uit milieugerelateerde belastingen, in miljoen euro (Vlaanderen, 1981, 1991, 1996 en 2000-2002)

rubriek	1981	1991	1996	2000	2001	2002
energiebelastingen*	497	1 222	1 873	2 092	2 131	2 163
transportbelastingen**	156	418	838	966	1 049	1 082
ecotaksen*	-	-	0,06	1,06	0,96	0,72
Vlaamse afvalstoffenheffing	-	41	89	53	46	41
Vlaamse afvalwaterheffing	-	57	206	242	225	240
Vlaamse mestheffing	-	-	1,4	10,5	4,6	5,5
Vlaamse grondwaterheffing	-	-	-	13,3	14,0	3,9
<i>totaal</i>	653	1 737	3 006	3 378	3 470	3 536

De inkomsten in dit hoofdstuk hebben steeds betrekking op de werkelijke inkomsten en niet de begrote inkomsten. * Op basis van verdeelsleutel BBP Vlaanderen/BBP België. ** De Verkeersbelasting, de Belasting op de inverkeerstelling en het Eurovignet zijn opgesplitst volgens het officiële aandeel van Vlaanderen in 2002, overeenkomstig de hervorming van de financiering van de Gemeenschappen en Gewesten op 01/01/2002. Bij de Accijnscompenserende belasting is hetzelfde aandeel als bij de Verkeersbelasting gebruikt.

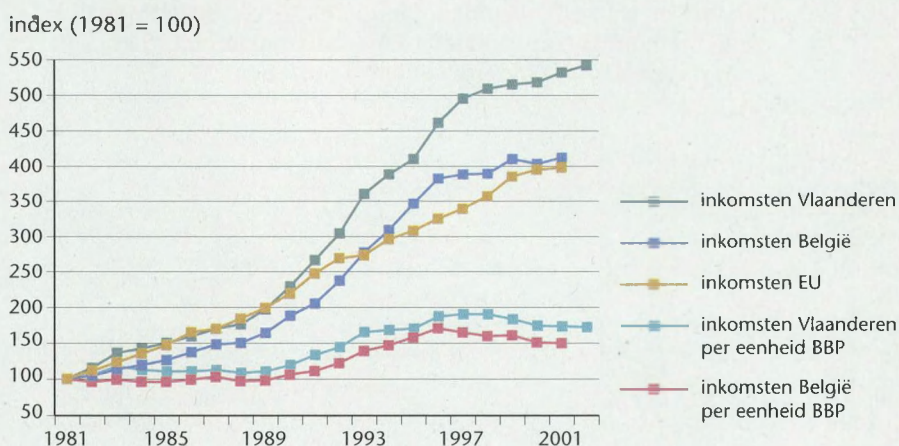
Bron: FOD Financiën, AMINAL.

De federale ecotaksen worden geheven op batterijen, wegwerpfotoapparaten, wegwerpverpakkingen en t.e.m. 2001 ook bestrijdingsmiddelen. Ze hebben de bedoeling om consumenten er toe aan te zetten herbruikbare, recycleerbare of minder vervuilende producten te kiezen. De inkomsten uit de federale ecotaksen vallen zeer laag uit in vergelijking met de energie- en transportbelastingen. Dit zegt echter niets over de wenselijkheid van de ecotaksen. Sinds hun ontstaan in 1994 zijn de ecotaksen al verscheidene malen van inhoud veranderd. De laatste wijziging dateert van de wet van 30 december 2002 maar de inwerkingtreding van deze wet is al een aantal keer uitgesteld.

De 4 Vlaamse milieuheffingen vormden in 2002 ongeveer 8 % van de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen. In vergelijking met de energie- en transportbelastingen is dit aandeel dus ook beperkt. De bepalingen in verband met de Vlaamse milieuheffingen zijn sinds hun ontstaan al vele keren gewijzigd. De afvalwaterheffing bestaat sinds 1982 maar werd de eerste jaren via de

provincies geïnd. Het was oorspronkelijk een bijdrage die gezinnen en bedrijven betaalden voor de zuivering van het afvalwater. Intussen is de heffing grondig hervormd waardoor het retributief karakter werd losgelaten. De afvalstoffenheffing (1986) heeft tot doel om bepaalde verwerkingswijzen zoals bv. storten te ontmoedigen en andere technieken te stimuleren. Sinds 1991 worden de inkomsten van deze twee milieuheffingen opgenomen in het MINA-fonds dat de middelen voor het Vlaams milieubeleid beheert. De mestheffing (tegen verontreiniging met nutriënten) en de heffing op de winning van grondwater zijn van recentere datum, respectievelijk 1992 en 1997. De inkomsten hiervan worden ook opgenomen in het MINA-fonds. De Vlaamse milieuheffingen hadden oorspronkelijk een dubbele doelstelling, namelijk bijdragen tot de financiering van het milieubeleid en aanzetten tot een gedragswijziging. Deze twee doelstellingen bleken echter niet verenigbaar te zijn. Sinds een resolutie in het Vlaams Parlement hierover (1997) groeit de consensus dat milieuheffingen ofwel louter voor het bereiken van gedragswijzigingen moeten dienen (regulerende milieuheffingen), ofwel louter voor de betaling van een dienst (retributies), volgens het principe 'de vervuiler betaalt'. De toepassing van dit principe vraagt echter nog de nodige aanpassingen.

Figuur 1: Inkomsten uit milieugerelateerde belastingen (Vlaanderen, België, EU, 1981-2002)



Inkomsten en BBP zijn uitgedrukt in *lopende prijzen*. De inkomsten van de EU en België zijn Eurostatgegevens uit nationale rekeningen. De inkomsten van Vlaanderen zijn afkomstig van de Federale Overheidsdienst (FOD) Financiën en AMINAL. Voor verdeelsleutel: zie noot bij tabel 1. De Vlaamse milieuheffingen zijn opgenomen in de Vlaamse cijfers sinds het ontstaan van het MINA-fonds (1991).

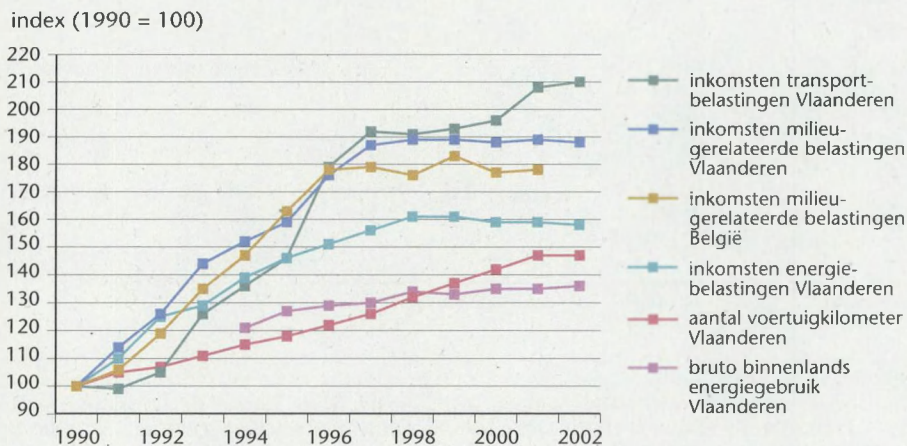
Bron: Eurostat, 2003 a; FOD Financiën; AMINAL. BBP-cijfers uit APS; NBB; Eurostat, 2002.

De inkomsten uit milieugerelateerde belastingen zijn tussen 1981 en 2002 in Vlaanderen, België en de Europese Unie meer dan vervier- of vervijfvoudigd (figuur 1). Ook per eenheid BBP zijn de inkomsten in Vlaanderen en België sterk gestegen. Per 'eenheid economische welvaart' zijn er in Vlaanderen in 2002 zo'n

70 % meer inkomsten uit milieugerelateerde belastingen dan in 1981. De inkomsten zijn dus veel sterker gestegen dan de economische welvaart. De inkomsten per eenheid BBP bereikten in 1996-1997 een hoogtepunt. Sindsdien is echter een dalende trend waarneembaar. Voor België is de trend identiek, maar de inkomsten liggen iets lager: in 2001 waren er per eenheid BBP ongeveer 50 % meer inkomsten dan in 1981. Dit verschil is vermoedelijk vooral te verklaren door de verschillende herkomst van de databronnen.

Een toename van de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen - in absolute cijfers of per eenheid BBP - betekent echter niet noodzakelijk een vergroening van het belastingstelsel. De stijgende inkomsten kunnen ook te verklaren zijn *door een toename van de milieuschadelijke activiteiten zelf* en bijgevolg aan een verslechtering van de milieutoestand. Indien we echter de inkomsten - in constante prijzen - uit milieugerelateerde belastingen vergelijken met milieuschadelijke activiteiten zoals energiegebruik en transportstromen (figuur 2), stellen we vast dat de inkomsten veel sterker stijgen. Samen met het feit dat er meer milieugerelateerde belastingen *bestaan* dan vroeger (Eurostat, 2003 a, gegevens FOD Financiën, AMINAL) kunnen we dus besluiten dat milieuschadelijke activiteiten meer belast lijken te worden dan vroeger. Sinds 1997 zet deze trend zich echter niet meer verder: de meeste inkomsten stagneren terwijl het energiegebruik en de transportstromen blijven stijgen.

Figuur 2: Inkomsten uit verschillende milieugerelateerde belastingen in vergelijking met transportstromen (voertuigkilometer) en energiegebruik (Vlaanderen, België, 1990-2002)



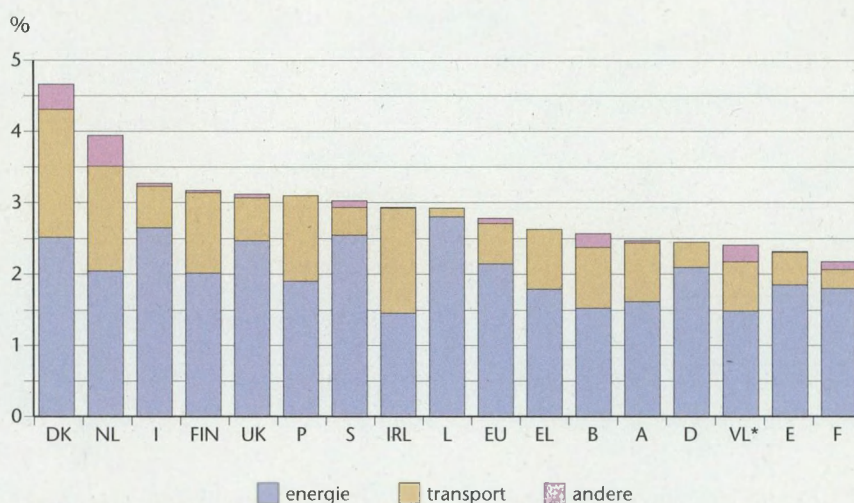
Inkomsten zijn uitgedrukt in *constante* prijzen, aangezien deze worden vergeleken met inflatieongevoelige indicatoren (voertuigkilometer en energiegebruik).

Bron: Eurostat, 2003 a; FOD Financiën; AMINAL; Vito; Energiebalans - Vito.

Vlaanderen en België in vergelijking met de rest van de Europese Unie

De inkomsten uit milieugerelateerde belastingen in Vlaanderen en de EU-lidstaten kunnen uitgedrukt worden als een percentage van het BBP (figuur 3). Hieruit blijkt dat deze inkomstenpercentages zeer sterk verschillen tussen de lidstaten. België (2,54 %) en Vlaanderen (2,39 %) liggen onder het EU-gemiddelde (2,77 %). Uit figuur 3 blijkt ook dat – niet alleen in Vlaanderen en België – maar eveneens in de andere lidstaten de energie- en transportbelastingen voor het leeuwendeel van de inkomsten zorgen, respectievelijk 77 % en 20 % gemiddeld in de EU. De rubriek *andere* omvat een hele reeks van belastingen in de Europese lidstaten zoals de belastingen op de emissie van polluenten naar lucht, water of bodem; verder ook belastingen in verband met het beheer van afval, lawaai, watergebruik, extractie van ruwe materialen ... (Eurostat, 2001, 2003 b). Deze belastingen hebben in de EU gemiddeld een aandeel van 2,8 % van de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen. In Griekenland, Portugal, Duitsland en Luxemburg bestaan deze belastingen zelfs niet. In Nederland en Denemarken – maar ook in Vlaanderen, België en Frankrijk – hebben deze belastingen een groter aandeel.

Figuur 3: Inkomsten uit milieugerelateerde belastingen t.o.v. het BBP (Vlaanderen, EU-15, 2000)



* Vlaamse cijfers op basis van FOD Financiën en AMINAL; de rubriek *andere* omvat voor Vlaanderen de ecotaksen (na verdeelsleutel) en de 4 Vlaamse milieuheffingen.

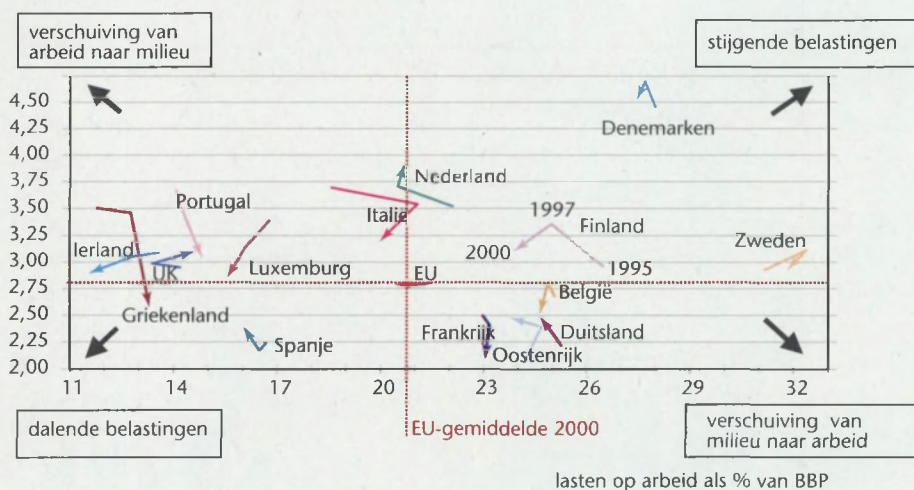
Bron: Eurostat, 2003 a; FOD Financiën; AMINAL. BBP-cijfers uit APS; NBB; Eurostat, 2002.

Figuur 4 gaat na of er in België en de andere Europese lidstaten tussen 1995 en 2000 een verschuiving plaatsvond van de (para-)fiscale druk op arbeid naar milieuschadelijke activiteiten. Hierbij worden enerzijds de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen en anderzijds uit belastingen en sociale bijdragen op arbeid, uitgedrukt als een percentage van het BBP.

Opnieuw blijkt dat er grote verschillen bestaan in de belastingstructuur van de lidstaten: in de Scandinavische landen – rechts boven in figuur 4 - worden veel belastingen betaald (zowel op arbeid als milieu); in Griekenland en Spanje relatief weinig; in België, Duitsland, Oostenrijk en Frankrijk wordt vooral arbeid veel belast (maar niet zo hoog als in Zweden en Denemarken); de landen linksboven in de figuur hebben relatief veel inkomsten uit milieugerelateerde belastingen. In alle lidstaten is er echter een zeer groot verschil tussen de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen en de inkomsten uit de (para-)fiscale lasten op arbeid. Arbeid blijkt in 2000 in de EU ongeveer zeven maal zo hoog belast te worden als milieuschadelijke activiteiten. In België wordt arbeid zelfs tien maal zo hoog belast als milieu (24,7 % in vergelijking met 2,54 % t.o.v. het BBP).

Figuur 4: Inkomsten uit milieugerelateerde belastingen en uit belastingen en sociale bijdragen op arbeid als een percentage van het BBP (EU, 1995, 1997, 2000)

milieugerelateerde belastingen als % van BBP



Volgorde jaren overeenkomstig richting pijl, zie Finland als voorbeeld.

Bron: Eurostat, 2002, 2003 a, 2003 b; NBB.

Ook de evolutie in de verschillende lidstaten is sterk verschillend. In een aantal lidstaten - waaronder België - is tussen 1995 en 2000 een daling van beide soorten belastingen waarneembaar: de inkomsten op arbeidslasten daalden van 25,1 % naar 24,7 % en de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen van 2,67 % naar 2,54 % t.o.v. het BBP. Ook voor Ierland, Luxemburg en de EU in haar geheel stellen we dit vast (alhoewel de daling voor milieugerelateerde belastingen in de EU zeer beperkt is). In Nederland, Denemarken, Duitsland, Finland, Oostenrijk en Spanje vond er tijdens de periode 1995-2000 een verschuiving plaats van lasten op arbeid naar milieuschadelijke activiteiten. In Oostenrijk en Nederland is deze verschuiving het grootst: per eenheid BBP stegen de inkomsten uit milieugerelateerde belastingen met respectievelijk 12 % en 19 %; de

inkomsten uit arbeidslasten daalden met 6 % en 1 %. In de andere lidstaten was er sprake van een belastingsverhoging (Verenigd Koninkrijk, Zweden) of een verschuiving van de fiscale druk van milieu naar arbeid (Griekenland, Frankrijk, Portugal en Italië).

— Externe gezondheidskosten door luchtvervuiling in Vlaanderen: een aantal pollutanten

In het milieubeleid is de bepaling van baten van beleidsmaatregelen in termen van gezondheidsindicatoren zoals *verloren gezonde levensjaren* niet altijd bruikbaar. Om een economische afweging te maken ten opzichte van de beleidskosten, is een monetaire waardering van de gezondheidsimpact nodig. Hiertoe worden dan *externe gezondheidskosten* berekend: dit zijn de schadekosten aan de gezondheid die verbonden zijn met negatieve externaliteiten (ongewenste neveneffecten van maatschappelijke activiteiten i.c. luchtvervuiling en geluidshinder). Dit laat toe - in zover data beschikbaar zijn - om de verschillende impactcategorieën (impact op gezondheid, impact van luchtverontreiniging op materialen ...) op een monetaire eenheid te brengen en deze te vergelijken met andere marktprijzen. De hier getoonde externe gezondheidskosten zijn uitgewerkt aan de hand van dezelfde basisgegevens als in 3.1 Mens.

De eenheidsprijzen voor de externe gezondheidskosten zijn afkomstig uit de literatuur. Een belangrijke Europese bron van informatie hiervoor is het ExterneE project, waarin de methode voor de berekening van de externe kosten van luchtverontreiniging bepaald werd (EC, 1995, 1999; Friedrich & Bickel, 2001). De waardering van de schade aan de gezondheid gebeurt aan de hand van de individuele 'bereidheid tot betalen' (WTP, *willingness to pay*) van de (Vlaamse) burger om deze specifieke gezondheidseffecten of een verhoogd risico op vroegtijdig overlijden te vermijden, of de bereidheid om een compensatie voor negatieve gezondheidseffecten te aanvaarden (WTA, *willingness to accept*). Hierin zijn directe kosten voor ziekte en werkverzuim vervat, indirecte kosten voor de sociale zekerheid, en de waarde die men hecht aan het vermijden van pijn en ongemak. Voor meer informatie over de mogelijkheden en beperkingen van deze economische waarderingstechnieken wordt verwezen naar de rapporten van Torfs (2003), van het ExterneE project (EC, 1995, 1999) en naar het achtergronddocument Economie van MIRA-S 2000 en MIRA-T 2003.

Dit impacthoofdstuk sluit aan bij verschillende milieuthema's in MIRA-T 2003. De beschouwde pollutanten geven aanleiding tot een totale schadekost aan gezondheid van ongeveer 2,3 miljard euro, of 1,5 % van het BBP in Vlaanderen (tabel 2). Verdiscontering met 3 % van effecten die pas in de toekomst optreden zoals kanker heeft hierop weinig invloed. Door de onzekerheid over het verband tussen pollutant en effect varieert de totale externe gezondheidskost tussen 1,2 en 6,8 miljard euro. Vroegtijdige sterfte domineert de totale externe gezondheidskost omdat de waarde per verloren levensjaar (105 000 euro) vrij hoog is. Dit cijfer is afgeleid uit Europese studies over de WTP om het risico op sterfte te verminderen. Uit deze studies leidt men een waarde van ongeveer 3 miljoen euro af voor een statistisch leven. In de context van luchtverontreiniging is het

echter beter de waarde per verloren levensjaar te hanteren in plaats van elk sterftegeval te waarderen aan 3 miljoen euro. In de Verenigde Staten wordt een statistisch leven gewaardeerd aan ongeveer 7 miljoen euro per overlijden, wat dan tot veel hogere externe gezondheidskosten leidt. De externe gezondheidskosten in tabel 2 zijn gebaseerd op de *concentratie van pollutanten in de lucht* in Vlaanderen, wat een gevolg is van de emissies in Vlaanderen én in het buitenland. De exacte bijdrage van de emissies in Vlaanderen tot de concentraties in Vlaanderen is onbekend.

Uit tabel 2 blijkt dat 62 % van de externe gezondheidskosten te wijten is aan de impact van PM_{10} (fijne stofdeeltjes). Dit is in overeenstemming met de indicator Verloren gezonde levensjaren in 3.1 Mens, evenals de belangrijke bijdrage van sterfte door kanker (18 % van de externe gezondheidskosten). De relatief kleine gezondheidseffecten, zoals verminderde activiteitsdagen en dagen waarop mensen bepaalde symptomen aan de luchtwegen vertonen ten gevolge van luchtverontreiniging, hebben een belangrijke economische implicatie (werk-verlet) omdat een vrij grote groep van de bevolking hieraan gevoelig is. Ze vormen ongeveer 13 % van de totale externe gezondheidskosten.

Tabel 2: Externe gezondheidskosten door luchtverontreiniging en geluidshinder (Vlaanderen, 2002)

effect	WTP per eenheid	externe gezondheidskost (miljoen euro/jaar)*	aandelen van impact-categorieën
PM_{10} kortetermijneffecten			2 %
niet-accidentele sterfte	105 000 euro/jaar	26,7	
ziekenhuisopnames wegens algemene luchtwegklachten	4 320 euro/geval	0,14	
ziekenhuisopnames wegens hartklachten	14 733 euro/geval	22,8	
gebruik van bronchodilatoren tegen astma	40 euro/geval	3,0	
prevalentie van acute bronchitis	240 euro/geval	4,1	
PM_{10} langetermijneffecten			60 %
cardio-respiratoire sterfte	105 000 euro/jaar	646,9	
longkanker sterfte	105 000 euro/jaar	197,3	
incidentie van chronische bronchitis	163 000 euro/geval	525,4	

effect	WTP per eenheid	externe gezond- heidskost (miljoen euro/jaar)*	aandelen van impact- categorieën
ozon			16 %
niet-accidentele sterfte	105 000 euro/jaar	45,9	
verminderde activiteitsdagen	110 euro/dag	295,3	
ziekenhuisopname voor luchtweg- klachten 15-64	4 320 euro/geval	3,5	
ziekenhuisopname voor luchtweg- klachten 65+	4 320 euro/geval	0,17	
extra astma aanvallen	75 euro/ astmadag	28,6	
symptoomdagen	45 euro/symp- toomdag	0,17	
UV/stratosferisch ozon melanoom sterfte	105 000 euro/jaar	1,9	0,08 %
benzeen leukemie sterfte	105 000 euro/jaar	0,24	0,01 %
benzeen leukemie morbiditeit	105 000 euro/geval	0,07	0,003 %
PAKs (B(a)P) longkanker sterfte	105 000 euro/jaar	2,4	0,1 %
As longkanker sterfte	105 000 euro/jaar	0,45	0,020 %
Ni longkanker sterfte	105 000 euro/jaar	0,20	0,009 %
Rn longkanker sterfte	105 000 euro/jaar	199,5	8,8 %
Pb			0,23 %
inhalatie & IQ vermindering	2 274 euro/geval	0,21	
ingestie & IQ vermindering	2 274 euro/geval	5,0	
geluid			12 %
sterfte	105 000 euro/jaar	7,0	
ziekenhuisopname	14 733 euro/geval	27,1	
ernstige hinder	200 euro/geval/ jaar	81,5	
slaapverstoring	635 euro/geval/ jaar	150,8	
totaal		2 276,2	100 %

* mediane waarden

Bron: berekeningen Vito, aan de hand van Torfs, 2003.

— Internalisering van externe kosten van het wegverkeer

Een deel van de luchtvervuiling en emissies in Vlaanderen kan worden toegewezen *aan het wegverkeer* in Vlaanderen. Naast luchtvervuiling veroorzaakt het wegverkeer ook andere negatieve externaliteiten zoals klimaatverandering, geluidshinder, congestie (file), ongevallen en schade aan het wegdek. Andere ongewenste neveneffecten, zoals verlies aan ruimte of milieuschade tijdens de productie van voertuigen werden hier niet opgenomen.

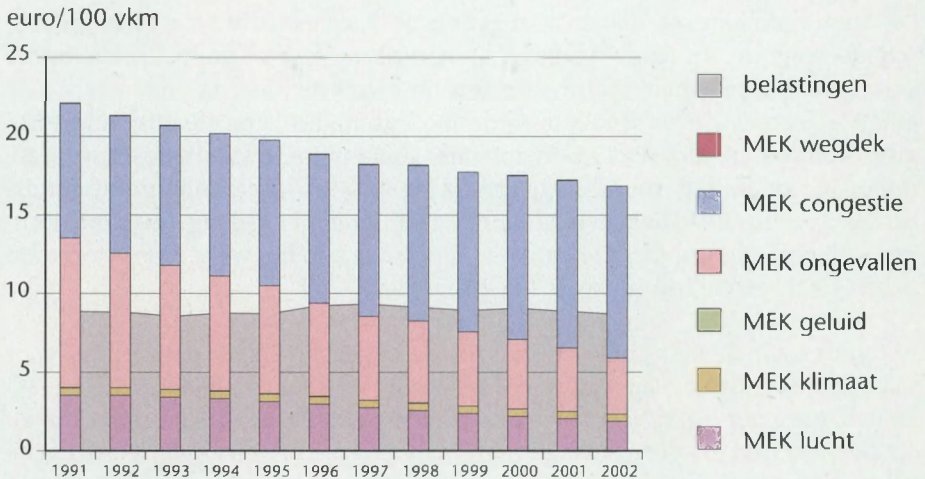
Zoals reeds hoger vermeld, zijn externe kosten meestal geen monetaire kosten van oorsprong. Voor een sociaal-economische waardering moet de schade (in gram, in tijd ...) worden omgerekend naar geldeenheden. De berekening van (marginale) externe kosten bevat vrij veel onzekerheden die te wijten zijn aan de kwaliteit en kwantiteit van deze waarderingstechnieken. Zo hangt de waarde van de schade bij bv. luchtvervuiling sterk af van de gebruikte verspreidingsmodellen en 'dosis-respons'-relaties.

Een deel van de negatieve externaliteiten wordt aangerekend aan de weggebruiker onder de vorm van belastingen op het wegverkeer. In een *optimaal transportsysteem* zouden de belastingen op wegverkeer moeten gelijk zijn aan de *marginale* externe kosten (externe kosten die een *extra gereden voertuigkilometer* teweegbrengt), zodat elke weggebruiker rekening houdt met de door hem veroorzaakte schade (*internaliseren van externe kosten*). Dit optimum moet volgens het economisch principe niet alleen gelden voor gemiddelde waarden, maar voor *elk vervoermiddel, op elk tijdstip en elke plaats*. De belastingen op het wegverkeer in Vlaanderen zijn echter meestal niet gericht op het internaliseren van de externe kosten, en ze zijn in het algemeen te laag of op een verkeerde manier geïmplementeerd. Dit leidt tot te veel verkeer op bepaalde tijdstippen en plaatsen, met de verkeerde vervoersmiddelen.

In figuur 5 wordt een vergelijking gemaakt tussen de marginale externe kosten van wegverkeer en het belastingsniveau, gemiddeld voor Vlaanderen (in euro per 100 voertuigkm). De marginale externe kosten kunnen lokaal sterk variëren, naar tijdstip (piekuur, daluur), omgeving (stedelijk, landelijk) en voertuigtype. De marginale externe kosten van geluid wisselen bv. van 0,0001 euro (auto, spitsuur, autosnelweg) tot 80 euro per 100 voertuigkm (vrachtwagen, nacht, stad).

De externe kosten van wegverkeer door luchtvervuiling en klimaatverandering (samen met o.m. geluid, ook milieuschadetekosten genoemd) zijn berekend aan de hand van de emissies van het wegverkeer: pollutanten CO, NO_x, totaal stof, SO₂ en NMVOS voor luchtvervuiling en CO₂, CH₄ en N₂O voor klimaatverandering (1.5 Verkeer & vervoer). Hierbij is dezelfde methodologie (ExternE) gebruikt als bij de indicator Externe gezondheidskosten maar de externe kosten door luchtvervuiling omvatten ook de schade aan gebouwen, materialen en landbouwgewassen (en dus niet enkel gezondheid). De marginale externe kosten van ongevallen werden berekend aan de hand van de ongevallenstatistieken. Congestie- en geluidscijfers zijn afhankelijk van het voertuigtype en komen uit de literatuur. De belastingen in figuur 5 omvatten de brandstofaccijnzen, de verschillende transportbelastingen (zie Vergroening van het belastingstelsel), de BTW (bij brandstoffen, onderhoud, autoverzekering, aanschaf wagen), de radiotaks (afgeschaft sinds 2001) en de retributie voor de nummerplaat. Bij de berekening is rekening gehouden met het voertuigenpark in Vlaanderen, het aantal gereden kilometer per voertuigtype en de specifieke belastingstructuur bij de verschillende voertuigtypes.

Figuur 5: Marginale externe kosten (MEK) versus belastingen, gewogen gemiddelden voor alle wegverkeer (Vlaanderen, 1991-2002)



De belastingen en MEK zijn uitgedrukt in constante prijzen van 2002. MEK geluid en MEK wegdek zijn - gemiddeld over Vlaanderen - verwaarloosbaar en niet zichtbaar in de figuur.

Bron: De Ceuster, 2003; MEK klimaat en MEK lucht zijn afkomstig van Vito.

Uit figuur 5 blijkt dat de marginale externe kosten van wegverkeer ongeveer tweemaal zo hoog zijn dan de belastingen op wegverkeer. De marginale externe kosten zijn echter in 2002 meer geïnternaliseerd in de belastingen dan in 1991. De marginale externe kosten zijn immers gedaald (-24 %), terwijl het gemiddelde belastingsniveau ongeveer constant is gebleven (-2 %). Dit constante niveau - in reële termen wel te verstaan - lijkt in tegenspraak met de bevindingen bij de Vergroening van het belastingstelsel. Dit kan echter verklaard worden doordat hier de belastingen per voertuigkm zijn uitgedrukt én ook andere belastingen zijn opgenomen die het effect van de stijgende milieugerelateerde belastingen verminderen (zoals bv. de dalende BTW- inkomsten door dalende nettoprijzen bij de aankoop van een voertuig).

De daling van de marginale externe kosten in de jaren '90 is o.m. te danken aan de forse daling van de marginale externe ongevalkosten (-62 %). De reden hiervoor is de vermindering van het aantal ongevallen, samen met een stijging van het aantal voertuigkilometer. Ook de marginale externe kosten voor luchtvervuiling daalden sterk (-47 %). Dit werd gerealiseerd dankzij een betere motortechnologie door o.a. de steeds strengere Europese emissienormen voor voertuigen. Helaas wordt de daling gedeeltelijk teniet gedaan door een trend naar oudere en grotere voertuigen. Het effect van de Europese normen wordt bovendien gedeeltelijk verminderd doordat autoconstructeurs er in slagen de voertuigen tijdens de testen te laten voldoen aan de emissienormen maar de werkelijke emissies hoger uitvallen. Het gemiddeld brandstofverbruik is vrijwel constant gebleven, wat ook merkbaar is aan de gelijkblijvende marginale externe kosten

voor klimaatverandering. De marginale externe congestiekosten zijn de enige kosten die in de periode 1991-2002 stijgen (+27 %). Dat komt door de toename van het verkeersvolume en de bijhorende files.

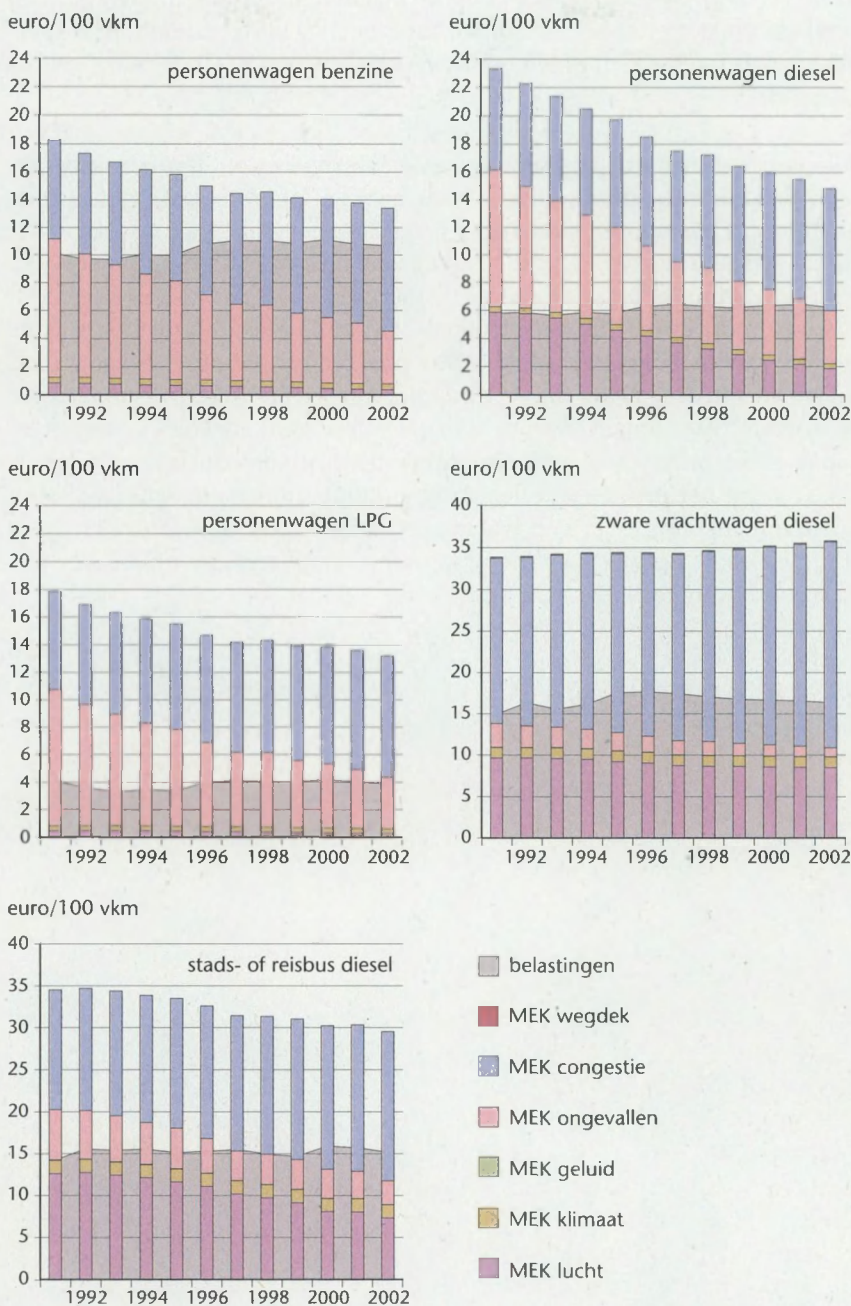
De marginale externe kosten van congestie vormen veruit de belangrijkste schadecategorie. In 2002 hadden zij een aandeel van 70 % in de totale beschouwde marginale externe kosten; in 1991 was dit nog maar 45 %. De externe kosten van ongevallen en de milieuschadekosten (luchtverontreiniging, klimaat, geluid) hadden in 2002 elk een aandeel van ongeveer 15 %. De milieuschade omvat vooral luchtvervuiling en klimaatverandering. Geluidshinder is - gemiddeld over heel Vlaanderen - minder van belang. Uiteraard kunnen lokaal zeer grote pieken optreden. De schade aan het wegdek is beperkt en heeft enkel betrekking op zware vrachtwagens.

In figuur 6 zijn de marginale externe kosten uitgezet naast de belastingen voor vijf verschillende voertuigtypen, namelijk voor personenwagens op diesel, LPG en benzine; voor zware vrachtwagens en stads- of reisbussen. Een eerste opvallende zaak is dat er - voor zowel de marginale externe kosten als de belastingen - grote verschillen bestaan tussen de voertuigtypen. Ook de algemene conclusie bij figuur 5 dat de marginale externe kosten tweemaal zo hoog zijn als de belastingen, gaat niet overal meer op.

Vrachtwagens en bussen veroorzaken meer negatieve externaliteiten per gereden voertuigkilometer dan personenwagens. De marginale externe kosten van bussen en vrachtwagens bedroegen in 2002 respectievelijk 29,4 euro en 35,8 euro per 100 voertuigkm, terwijl dit voor personenwagens 13,2 euro (LPG), 13,4 euro (benzine) en 14,8 euro (diesel) was. Aangezien het aantal personen per bus veel hoger is dan bij personenwagens (in 2002 gemiddeld 14 personen in bussen t.o.v. 1,37 in personenwagens), zijn de marginale externe kosten per personenkilometer voor bussen een stuk lager dan bij personenwagens: ongeveer 2 euro per personenkm voor bussen terwijl zo'n 10 euro voor personenwagens. Indien we enkel de marginale milieuschadekosten van luchtvervuiling en klimaatverandering in beschouwing nemen, stellen we vast dat bussen - zelfs per personenkilometer - meer schade veroorzaken dan benzine- en LPG-personenwagens (1.5 Verkeer & vervoer).

Bij personenwagens stellen we een duidelijke daling van de milieuschadekosten vast. De oorzaak hiervan is vooral het schoner worden van het personenwagenvark. Ook bij bussen en vrachtwagens is deze dalende trend in milieuschadekosten waarneembaar, maar bij vrachtwagens toch iets minder sterk (waardoor de totale marginale externe kosten zelfs stijgen). Dit komt voornamelijk door de tragere marktpenetratie van nieuwere voertuigtechnologieën. De externe kosten van ongevallen dalen bij alle voertuigtypen. De congestie neemt overal sterk toe.

Figuur 6: Marginale externe kosten (MEK) versus belastingen, voor 5 voertuigtypes (Vlaanderen, 1991-2002)



De belastingen en MEK zijn uitgedrukt in constante prijzen van 2002. MEK geluid en MEK wegdek zijn verwaarloosbaar en niet zichtbaar in de figuur. Voor een vergelijking van de marginale milieuschadetekosten van luchtvervuiling en klimaatverandering *per personenkilometer* en *ton-kilometer* verwijzen we naar 1.5 Verkeer & vervoer.

Bron: De Ceuster, 2003; MEK klimaat en MEK lucht zijn afkomstig van Vito.

Het vastgestelde constante belastingsniveau in figuur 5 wordt vooral veroorzaakt door de dalende belastingen (vooral door dalende BTW-inkomsten) bij lichte vrachtwagens op benzine (-25 %), moto's (-9 %) - beiden niet opgenomen in figuur 6 - en LPG-wagens (-3 %). Het belastingsniveau bij personenwagens op diesel en benzine vertoont tussen 1991 en 2002 een licht stijgende trend: respectievelijk +8 % en +5 %. Ook bussen (+7 %) en vrachtwagens (+10 %) worden iets zwaarder belast.

Dieselwagens hebben iets hogere marginale externe kosten dan benzinevoertuigen (vooral door luchtvervuiling), maar hebben lagere belastingen. Personenwagens op LPG worden veel lager belast dan benzinewagens maar het verschil tussen de marginale externe kosten van deze voertuigtypen is beperkt. Bij personenwagens op benzine komen de marginale externe kosten het meest in overeenstemming met de belastingen. In 2002 is het verschil nog slechts 2,8 euro per 100 voertuigkm. Dat wil echter niet zeggen dat deze categorie correct belast wordt. Net zoals bij de andere categorieën zullen de marginale externe kosten hoger liggen in stedelijke gebieden, op filegevoelige wegen en tijdstippen en bij oude voertuigen, terwijl de belastingen constant zijn. Het is noodzakelijk om het niveau van belastingen en de marginale externe kosten meer in overeenstemming te brengen. De belastingen differentiëren naar plaats, tijd en voertuigtype is de meest logische eerste stap, bv. onder de vorm van variabele kilometerheffingen.



Meer informatie in het achtergronddocument Economie op
www.milieurapport.be/AG

Referenties

- De Ceuster G. (2003) Internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen, i.o.v. MIRA; raadpleegbaar op www.milieurapport.be
- EC (1995) Europese Commissie DGXII, Science Research and Development, JOULE, *Externalities of Fuel Cycles*. Report numbers EUR 16520 EN to 16525 EN, 1995.
- EC (1999) Europese Commissie DGXII ExterneE, *Externalities of Energy Vol 7 Methodology update*, Research and Development, JOULE, EC, EC, 1999.
- Eurostat (2001) *Environmental Taxes – A statistical guide*.
- Eurostat (2002) *Eurostat Yearbook 2002*.
- Eurostat (2003 a) *Environmental Taxes in the European Union 1980-2001*.
- Eurostat (2003 b) *Structures of the Taxation Systems in the European Union: data 1995-2001*.
- Friedrich, Bickel (ed.) (2001) *Environmental External Costs of Transport*, Heidelberg, Springer Verlag.
- Torfs R. (2003) Kwantificering van gezondheidsrisico's aan de hand van DALYs en externe gezondheidskosten, i.o.v. MIRA; raadpleegbaar op www.milieurapport.be
- Van Humbeeck P. *et al.* (2000) *Wetenschappelijke Achtergronddocumenten van het hoofdstuk Gevolgen voor de economie in MIRA-S 2000*, raadpleegbaar op www.milieurapport.be

Lectoren

- Kris Bachus, HIVA, K.U.Leuven
- Raf Bormans, Sara Ochelen, Directoraat-generaal, AMINAL
- Dirk Coeckelbergh, DVV Verzekeringen nv
- Erwin Cornelis, Ina De Vlieger, Luc Int Panis, Jan Kretzschmar, Erika Meynaerts, Peter Vercaemst, Vito
- Annelies Demeyere, WES Onderzoek & Advies
- Chris Dutry, Weekblad De Bond
- Luc Goeteyn, MiNa-Raad
- Peter Goethals, Labo Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, UGent
- Lars Hegemann, APS, Departement AZF
- Chris Jacobson, ARGUS
- Ludwig Lauwers, Hilde Wustenberghs, CLE
- Dirk Le Roy, Karl Van Biervliet, Ecolas nv
- Maja Mampaey, Cel Milieu en Gezondheid, AMINAL
- Katleen Marien, Studiedienst VEV
- Dirk Van Braeckel, ETHIBEL vzw
- Greet Van Eetvelde, Vakgroep Toegepaste Analytische en Fysische Chemie, UGent
- Saar Van Hauwermeiren, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Peter Van Humbeeck, Kenniscel Wetsmatiging, Departement Coördinatie

Greet Van Laer, Tania Van Mierlo, Afdeling AMINABEL, AMINAL

Joeri Van Mierlo, Vakgroep Elektrotechniek, VUB

Luc Van Nuffel, BFE

Wouter Van Reeth, IN

Jim Williame, Ecopower cvba

Enid Zwerts, Instituut voor Mobiliteit, Limburgs Universitair Centrum

Kernset milieudata

Johan Brouwers, MIRA, VMM

- Tabel 1: Watergebruik in m³ (Vlaanderen, 1991-2001)
- Tabel 2: Energiegebruik in PJ (Vlaanderen, 1990-2002)
- Tabel 3: Ruimtegebruik in ha (Vlaanderen, 1990-2002)
- Tabel 4: Emissie van ozonafbrekende stoffen in ton CFK-11-eq (Vlaanderen, 1995-2002)
- Tabel 5: Emissie van broeikasgassen in kton CO₂-eq (Vlaanderen, 1990-2002)
- Tabel 6: Emissies naar de lucht (Vlaanderen, 1990-2002)
- Tabel 7: Afvalproductie in ton (Vlaanderen, 1991-2002 voor huishoudelijk afval en 1992-2001 voor bedrijfsafval)
- Tabel 8: Lozing van bedrijfsafvalwater (Vlaanderen, 1992-2002)
- Tabel 9: Lozingen in oppervlaktewater door de sector bevolking (Vlaanderen, 1990-2002)
- Tabel 10: Diffuse lozingen naar oppervlaktewater door de landbouw (Vlaanderen, 1990-2001)

Meer uitgebreide tabellen zijn raadpleegbaar op



www.milieurapport.be

De data in de kernset milieudata zijn — waar mogelijk — opgesplitst naar 6 sectoren (voor de sector toerisme & recreatie zijn weinig of geen aparte datasets beschikbaar). Dit laat toe een samenhangend beeld te krijgen van de milieudruk per sector. Onderstaande tabel toont de afbakening van deze sectoren en de verdere indeling in deelsectoren op basis van de NACE-BEL-codes.

Afbakening van de sectoren in MIRA-T 2003

nr	sector	deelsectoren	NACE-BEL code
1	bevolking		
2	industrie	chemie	24
		metaal (ijzer en staal, non-ferro)	27 t.e.m. 35
		voeding	15, 16
		textiel	17, 18, 19
		papier	21, 22
		andere industrieën (bv. metaalerts en delfstoffen, hout, bouw, afvalrecuperatie)	13, 14, 20, 25, 26, 36, 37, 41, 45
3	energie	elektriciteitsbedrijven	40.1, 40.3
		petroleumraffinaderijen	23.2
		gasbedrijven	40.2
		overige energiebedrijven	10, 11, 12, 23.1, 23.3
4	landbouw & visserij	akkerbouw, tuinbouw, veeteelt, jacht	01
		bosbouw	02
		visserij en visteelt	05
5	verkeer & vervoer		
6	handel & diensten	handel	50 t.e.m. 52
		hotels en restaurants	55
		kantoren en administratie	60 t.e.m. 67, 70 t.e.m. 75, 99
		onderwijs	80
		gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	85
		gemeenschapsvoorzieningen, sociaal-culturele en persoonlijke diensten (incl. RWZI's en afvalverwerking)	90 t.e.m. 93

Tabel 1: Watergebruik in m³ (Vlaanderen, 1991-2001)

Bron: Ecolas op basis van databanken VMM en Afdeling Water AMINAL

sector	watertype	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1 Bevolking	ander water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Bevolking	grondwater	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000	17 770 000
1 Bevolking	hemelwater	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000	19 300 000
1 Bevolking	koelwater	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Bevolking	leidingwater	224 816 245	223 236 453	223 105 311	226 315 687	231 260 509	238 360 277	238 028 639	241 756 977	228 933 206	228 954 866	232 381 129
1 Bevolking	oppervlaktewater (excl. koelwater)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Bevolking	totaal (excl. koelwater)	261 886 245	260 306 453	260 175 311	263 385 687	268 330 509	275 430 277	275 098 639	278 826 977	266 003 206	266 024 866	269 451 129
1 Bevolking	totaal (incl. koelwater)	261 886 245	260 306 453	260 175 311	263 385 687	268 330 509	275 430 277	275 098 639	278 826 977	266 003 206	266 024 866	269 451 129
2 Industrie	ander water	5 573 870	8 252 772	36 682 577	22 143 710	29 065 119	19 372 539	30 845 024	13 062 827	16 556 689	11 891 001	10 225 282
2 Industrie	grondwater	105 086 637	100 902 471	91 306 203	93 060 472	91 304 200	180 027 855	100 025 928	90 834 272	84 211 045	75 590 297	83 825 924
2 Industrie	hemelwater	8 192 250	4 350 445	4 980 405	2 572 293	3 908 884	5 788 285	6 479 986	10 601 057	7 530 406	6 412 656	8 604 147
2 Industrie	koelwater	648 323 082	811 925 016	627 228 167	680 204 717	762 514 889	720 665 637	779 628 535	697 375 413	653 117 160	524 209 591	586 192 504
2 Industrie	leidingwater	99 744 285	99 689 555	97 722 727	98 711 633	109 213 944	102 860 496	117 700 357	119 365 371	116 776 033	109 748 326	170 540 912
2 Industrie	oppervlaktewater (excl. koelwater)	272 419 590	188 227 502	240 669 768	221 105 585	221 340 277	207 965 799	198 706 676	144 232 570	138 623 056	111 552 021	130 349 700
2 Industrie	totaal (excl. koelwater)	491 016 632	401 422 745	471 361 680	437 593 693	454 832 424	516 014 974	453 757 971	378 096 097	363 697 229	315 194 300	403 545 965
2 Industrie	totaal (incl. koelwater)	1 139 339 714	1 213 347 761	1 098 589 847	1 117 798 410	1 217 347 313	1 236 680 611	1 233 386 506	1 075 471 510	1 016 814 389	839 403 891	989 738 469
3 Energie	ander water	850 750	619 455	1 859 750	709 994	718 320	118 765 185	798 458	350 400	600 710	603 588	25 504
3 Energie	grondwater	9 589 413	1 108 938	1 686 718	1 164 736	617 741	1 493 366	315 407	327 509	299 636	311 133	272 629
3 Energie	hemelwater	605 148	1 203 420	1 051 200	876 000	1 061 578	1 311 165	963 600	1 084 134	1 479 215	2 249 211	1 940 970
3 Energie	koelwater	3 506 054 393	3 638 964 754	3 588 261 675	3 420 983 481	3 274 502 599	3 237 596 397	3 127 736 789	3 077 321 608	2 726 222 658	2 847 369 793	2 607 254 067
3 Energie	leidingwater	13 427 230	12 110 717	11 823 628	12 227 694	5 801 577	11 637 847	11 555 078	9 738 647	6 809 445	16 900 697	11 286 296
3 Energie	oppervlaktewater (excl. koelwater)	108 004 456	49 975 727	45 868 414	44 365 173	42 643 823	-83 722 920	60 340 667	39 394 173	37 720 708	35 988 644	35 833 029
3 Energie	totaal (excl. koelwater)	132 477 006	65 018 257	62 693 776	58 939 531	50 843 039	50 484 643	73 973 210	50 795 425	46 909 714	56 053 273	49 358 428
3 Energie	totaal (incl. koelwater)	3 638 531 399	3 703 983 011	3 650 955 451	3 479 923 012	3 325 345 638	3 288 081 040	3 201 709 999	3 128 117 033	2 773 132 372	2 903 423 066	2 656 612 495
4 Landbouw & visserij	ander water	14 024	14 808	41 971	171 028	148 249	89 228	47 589	121 749	163 153	614 678	285 192
4 Landbouw & visserij	grondwater	1 115 838	2 456 395	3 395 090	5 605 051	7 285 236	9 241 887	10 414 704	12 441 422	25 440 848	30 430 755	31 363 749
4 Landbouw & visserij	hemelwater	12 909	146 200	841 965	2 321 596	2 931 897	3 353 955	4 083 238	4 425 933	5 541 797	3 006 918	1 345 170
4 Landbouw & visserij	koelwater	2 865	3 150	635	10	30 660	36 660	39 676	696 980	4 672	6 160	6 160
4 Landbouw & visserij	leidingwater	9 200 429	9 302 089	9 185 611	9 853 851	8 897 516	9 814 359	8 906 577	9 349 242	7 316 473	7 152 492	6 854 837
4 Landbouw & visserij	oppervlaktewater (excl. koelwater)	19 856	92 219	144 688	228 249	337 095	535 880	480 269	581 221	696 980	367 230	326 640
4 Landbouw & visserij	totaal (excl. koelwater)	10 363 056	12 011 711	13 609 325	18 179 775	19 599 993	23 035 309	23 932 377	26 919 567	39 159 251	41 572 072	40 175 588
4 Landbouw & visserij	totaal (incl. koelwater)	10 365 921	12 014 861	13 612 475	18 179 785	19 600 628	23 037 109	23 963 037	26 959 243	39 195 911	41 576 744	40 181 748
6 Handel & diensten	ander water	51 786	171 941	277 802	142 677	160 241	153 808	184 358	1 496 648	1 699 687	1 971 951	2 096 180
6 Handel & diensten	grondwater	4 444 472	4 329 386	4 473 211	4 794 797	4 358 986	4 483 521	4 930 316	5 101 477	6 465 712	6 069 024	3 677 798
6 Handel & diensten	hemelwater	50 744	358 118	640 957	350 417	521 608	464 856	324 206	1 073 753	1 304 771	1 383 451	1 191 331
6 Handel & diensten	koelwater	74 666	311 480	72 011	88 020	88 552	132 899	387 891	569 078	91 605	390 193	699 612
6 Handel & diensten	leidingwater	14 836 542	22 298 639	22 736 042	21 958 619	20 993 994	23 739 841	21 381 370	23 186 148	26 330 946	26 053 449	16 833 834
6 Handel & diensten	oppervlaktewater (excl. koelwater)	401 155	379 559	452 343	78 726	318 691	490 558	-166 045	1 015 136	1 378 650	817 006	1 872 728
6 Handel & diensten	totaal (excl. koelwater)	19 784 699	27 537 643	28 580 355	27 325 236	26 353 520	29 332 584	26 654 205	31 873 162	37 179 766	36 294 881	25 670 871
6 Handel & diensten	totaal (incl. koelwater)	19 859 365	27 849 123	28 652 366	27 413 256	26 442 072	29 465 483	27 042 096	32 442 240	37 271 371	37 225 074	26 370 483
Vlaanderen	ander water	6 490 439	9 058 976	38 862 100	23 167 409	30 091 929	138 380 760	31 875 429	15 031 624	19 020 239	15 081 218	12 632 157
Vlaanderen	grondwater	138 006 360	126 567 190	118 631 222	122 395 056	121 336 163	123 016 629	133 456 355	126 474 680	134 187 241	130 171 208	136 910 101
Vlaanderen	hemelwater	28 161 051	25 358 183	26 814 527	25 420 306	27 723 967	30 218 261	31 151 030	36 484 877	35 156 189	32 352 236	32 381 618
Vlaanderen	koelwater	4 154 455 006	4 451 204 400	4 215 565 003	4 101 276 228	4 037 106 675	3 958 396 733	3 907 783 875	3 775 305 775	3 379 468 083	3 372 514 249	3 194 152 343
Vlaanderen	leidingwater	362 024 731	366 637 453	364 977 385	368 663 418	376 167 540	387 412 820	397 572 021	403 396 385	386 166 103	388 809 830	437 896 009
Vlaanderen	oppervlaktewater (excl. koelwater)	380 845 057	238 675 007	287 135 213	265 777 733	264 639 886	125 269 317	259 361 567	185 123 662	178 419 393	148 724 901	168 382 097
Vlaanderen	totaal (excl. koelwater)	915 527 638	766 296 809	836 420 447	805 423 922	819 959 485	894 297 787	853 416 402	766 511 228	752 949 165	715 139 393	788 201 982
Vlaanderen	totaal (incl. koelwater)	5 069 982 644	5 217 501 209	5 051 985 450	4 906 700 150	4 857 066 160	4 852 694 520	4 761 200 277	4 541 817 003	4 132 417 248	4 087 653 641	3 982 354 325

Opmerking: De databanken geraadpleegd voor samenstelling van deze tabel geven geen totaalbeeld voor de sectoren landbouw & visserij en handel & diensten. Het werkelijk watergebruik van deze sectoren ligt nl. hoger dan de hier weergegeven hoeveelheden (bv. totale watergebruik door de landbouw wordt geschat op 50 miljoen m³).

Tabel 2: Energiegebruik in PJ (Vlaanderen, 1990-2002)

Bron: Vito - Energiebalans Vlaanderen.

		1 Bevolking	2 Industrie	3 Energie	4 Landbouw & visserij	5 Verkeer & vervoer	6 Handel & diensten	Vlaanderen (bruto binnenlands energiegebruik: totaal excl. bunkers)	Internationale bunkers
1990	kolen, koolteer, cokes	8,5	91,2	127,1	2,2	0,0	0,0	229,1	0,0
	petroleumproducten	106,9	134,7	68,2	28,7	160,0	14,1	512,6	218,6
	gas	57,4	72,6	52,1	1,2	0,0	18,8	202,1	0,0
	andere	3,8	33,9	4,0	0,0	0,0	0,4	42,1	0,0
	elektriciteit	27,9	70,7	-122,1	1,9	1,9	21,9	2,2	0,0
	warmte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	nucleaire warmte		0,0	208,0	0,0	0,0	0,0	208,0	0,0
	totaal	204,4	403,1	337,4	34,1	161,9	55,4	1 196,1	218,6
1994	kolen, koolteer, cokes	4,4	83,7	125,5	1,2	0,0	0,1	214,9	0,0
	petroleumproducten	107,8	280,4	77,2	31,2	181,8	30,2	708,5	222,6
	gas	70,3	91,6	62,5	2,6	0,0	25,8	252,8	0,0
	andere	4,1	52,1	8,6	0,0	0,0	1,0	65,8	0,0
	elektriciteit	33,3	81,7	-121,0	2,2	1,9	29,0	27,1	0,0
	warmte		7,4	-7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	nucleaire warmte	0,0	0,0	179,3	0,0	0,0	0,0	179,3	0,0
	totaal	219,8	596,8	324,2	37,2	183,7	86,0	1 448,3	222,6
1995	kolen, koolteer, cokes	4,7	80,8	123,7	0,9	0,0	0,0	210,2	0,0
	petroleumproducten	115,1	315,0	73,7	29,4	186,0	20,4	739,5	211,1
	gas	75,6	100,2	68,6	2,6	0,0	28,0	275,0	0,0
	andere	4,3	53,6	5,0	0,0	0,0	1,1	64,0	0,0
	elektriciteit	33,6	85,7	-129,3	2,3	1,9	28,0	22,1	0,0
	warmte		8,2	-8,8	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0
	nucleaire warmte		0,0	207,5	0,0	0,0	0,0	207,5	0,0
	totaal	233,4	643,5	340,4	35,1	187,9	77,5	1 517,7	211,1
1996	kolen, koolteer, cokes	5,7	79,8	116,9	1,0	0,0	0,1	203,5	0,0
	petroleumproducten	139,4	255,3	84,1	30,0	190,5	24,8	724,0	256,0
	gas	90,1	111,1	75,7	2,9	0,0	33,4	313,2	0,0
	andere	5,1	57,9	3,3	0,0	0,0	1,1	67,4	0,0
	elektriciteit	35,9	87,6	-130,6	2,3	2,0	28,1	25,3	0,0
	warmte		8,6	-9,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	nucleaire warmte		0,0	206,4	0,0	0,0	0,0	206,4	0,0
	totaal	276,2	600,3	346,4	36,2	192,5	87,5	1 539,9	256,0
1997	kolen, koolteer, cokes	4,8	83,2	105,7	0,9	0,0	0,0	194,6	0,0
	petroleumproducten	116,8	293,9	80,2	28,5	194,8	22,8	737,0	281,7
	gas	78,7	108,2	75,9	3,3	0,0	28,4	294,4	0,0
	andere	4,4	64,8	3,8	0,0	0,0	1,2	74,2	0,0
	elektriciteit	35,6	85,4	-137,2	2,3	2,1	32,1	20,3	0,0
	warmte		8,1	-6,4	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0
	nucleaire warmte		0,0	237,0	0,0	0,0	0,0	237,0	0,0
	totaal	240,2	643,8	358,9	35,0	196,9	84,5	1 560,2	281,7

1998	kolen, koolteer, cokes	4,8	82,4	108,7	0,6	0,0	0,0	196,5	0,0
	petroleumproducten	118,0	266,4	89,5	28,7	200,4	23,1	726,1	297,4
	gas	84,1	115,6	112,7	3,1	0,0	29,0	344,4	0,0
	andere	4,5	74,0	4,7	0,0	0,0	1,3	84,5	0,0
	elektriciteit	35,5	91,9	-153,8	2,3	2,4	32,2	10,5	0,0
	warmte		7,8	-8,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
	nucleaire warmte		0,0	242,6	0,0	0,0	0,0	242,6	0,0
	totaal	246,9	638,0	396,4	34,7	202,8	85,6	1 605,3	297,4
1999	kolen, koolteer, cokes	4,6	82,3	77,6	0,4	0,0	0,0	165,0	0,0
	petroleumproducten	113,2	266,2	76,7	27,0	209,6	21,6	714,4	257,4
	gas	81,5	120,5	127,7	2,9	0,0	31,9	364,6	0,0
	andere	4,4	74,0	4,7	0,0	0,0	1,5	84,5	0,0
	elektriciteit	35,7	93,1	-150,7	2,3	2,8	31,8	15,0	0,0
	warmte		7,1	-7,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
	nucleaire warmte		0,0	246,2	0,0	0,0	0,0	246,2	0,0
	totaal	239,5	643,2	375,0	32,7	212,4	86,9	1 590,1	257,4
2000	kolen, koolteer, cokes	2,6	83,0	93,2	0,8	0,0	0,0	179,7	0,0
	petroleumproducten	105,8	366,8	162,0	23,6	216,8	21,7	896,7	273,3
	gas	83,1	123,1	121,4	5,2	0,0	32,5	365,2	0,0
	andere	4,4	76,7	7,1	0,0	0,0	1,1	89,3	0,0
	elektriciteit	36,1	98,5	-150,8	2,2	2,8	32,8	21,5	0,0
	warmte	0,0	7,7	-8,6	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	nucleaire warmte	0,0	0,0	242,4	0,0	0,0	0,0	242,4	0,0
	totaal	229,4	672,8	373,4	30,9	219,7	88,0	1 615,3	- 273,3
2001	kolen, koolteer, cokes	2,6	70,8	82,3	0,8	0,0	0,0	156,6	0,0
	petroleumproducten	110,4	279,5	82,7	22,5	221,8	21,7	738,5	268,2
	gas	91,6	117,0	112,8	5,2	0,0	36,0	362,6	0,0
	andere	4,7	78,8	7,5	0,0	0,0	1,2	92,1	0,0
	elektriciteit	37,0	98,3	-147,1	2,2	2,9	34,0	27,2	0,0
	warmte		7,1	-8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	nucleaire warmte		0,0	243,7	0,0	0,0	0,0	243,7	0,0
	totaal	246,4	651,4	373,6	30,7	224,7	93,0	1 620,8	268,2
2002*	kolen, koolteer, cokes	2,4	85,1	82,0	0,9	0,0	0,0	170,3	0,0
	petroleumproducten	98,5	278,3	81,2	22,4	220,9	19,4	720,7	348,3
	gas	87,9	118,6	127,0	4,4	0,0	34,5	372,4	0,0
	andere	4,2	78,7	8,3	0,0	0,0	1,1	92,3	0,0
	elektriciteit	37,3	95,4	-149,8	2,2	2,9	34,3	22,2	0,0
	warmte		7,4	-2,9	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0
	nucleaire warmte		0,0	238,0	0,0	0,0	0,0	238,0	0,0
	totaal	230,1	663,5	383,7	29,9	223,8	89,3	1 621,7	348,3

* voorlopige cijfers

Opmerkingen:

- Energiegebruik door de energiesector zelf betreft de som van de transformatieverliezen, het eigenverbruik en de verliezen die optreden tijdens transport en distributie;
- 'petroleumproducten' = aardolie en intermediaire producten, raffinaderijgas, LPG, benzine, kerosine, gas- en dieselolie, lamppetroleum, zware stookolie, nafta, petroleumcokes en andere petroleumproducten;
- 'gas' = aardgas, mijngas, cokesovengas en hoogovengas;
- 'andere' = andere niet-fossiele brandstoffen;
- 'bunkers' = bunkers met brandstoffen voor de internationale scheepvaart en luchtvaart.

Tabel 3: Ruimtegebruik in ha (Vlaanderen, 1991-2002)

Bronnen:

- voor de sectoren bevolking, industrie + energie, handel & diensten en toerisme & recreatie: Kadaster;
- voor de sector verkeer & vervoer:
 - wegverkeer: AWV + Labeeuw G. (2001) Verkeerstellingen 2000 nr. 18, Ministerie van Communicatie en Infrastructuur;
 - waterwegen: AWZ (2001) De waterweg in Vlaanderen, Infrastructuurgegevens;
 - spoorwegen: NMBS (2001) Statistical Memento NMBS 2000;
- voor de sector landbouw: NIS, 15 mei telling;
- voor 'natuur': bewerking door Vito (Janssen L. & Mensink C., 2002) op basis van Boskartering (2001) en Biologische Waarderingskaart (1997).

sector	deelsector	1990	2000	2001	2002
1 Bevolking	appartementen	1 592	2 737	2 910	3 031
1 Bevolking	buildings	1 110	1 497	1 513	1 529
1 Bevolking	huizen, hoeven	119 045	146 318	148 164	149 690
1 Bevolking	totaal	121 747	150 552	152 587	154 250
2 Industrie + 3 Energie	totaal (ambachts- en industriële gebouwen)	17 026	20 651	20 728	20 823
4 Landbouw	weides en hooiland: tijdelijk gras	38 080	61 899	57 262	48 756
4 Landbouw	weides en hooiland: blijvend gras	213 811	179 414	180 673	186 914
4 Landbouw	voedergewassen zonder gras	100 811	120 062	134 164	120 231
4 Landbouw	akkerbouw	208 811	219 736	203 153	220 222
4 Landbouw	tuinbouw	38 498	47 825	50 614	50 734
4 Landbouw	braak, bos en overige landbouwoppervlakte	3 885	7 940	9 289	9 029
4 Landbouw	totaal	603 896	636 876	635 155	635 886
5 Verkeer & vervoer	wegen	...	...	55 000	...
5 Verkeer & vervoer	spoorwegen	...	...	4 300	...
5 Verkeer & vervoer	waterwegen	...	...	10 600	...
5 Verkeer & vervoer	luchthavens	...	...	1 800	...
5 Verkeer & vervoer	totaal	...	...	71 700	...
6 Handel & diensten	opslagruimten	4 718	7 493	7 773	8 013
6 Handel & diensten	kantoorgebouwen	488	938	974	1 006
6 Handel & diensten	gebouwen handelsbestemming	6 675	7 922	7 951	7 988
6 Handel & diensten	openbare gebouwen	3 183	3 666	3 613	3 601
6 Handel & diensten	nutsvoorzieningen	1 129	1 769	1 842	1 866
6 Handel & diensten	gebouwen sociale zorg en ziekenzorg	1 969	2 445	2 466	2 483
6 Handel & diensten	gebouwen onderwijs, onderzoek, cultuur	4 127	4 407	4 431	4 428
6 Handel & diensten	gebouwen eredienst	921	925	919	927
6 Handel & diensten	totaal	23 210	29 565	29 969	30 312
7 Toerisme & recreatie	gebouwen recreatie, sport	6 996	8 228	8 280	8 272
7 Toerisme & recreatie	recreatieterreinen	4 222	4 603	4 588	4 606
7 Toerisme & recreatie	totaal	11 218	12 831	12 868	12 878
X Natuur	zuur grasland	...	5 267	...	...
X Natuur	neutraal-zuur grasland	...	33 749	...	...
X Natuur	kalkgrasland	...	2 692	...	...
X Natuur	natte heide	...	1 564	...	...
X Natuur	droge heide	...	12 044	...	...
X Natuur	loofbos	...	74 857	...	...
X Natuur	naaldbos	...	57 806	...	...
X Natuur	totaal	...	187 979	...	...

Opmerkingen:

- De totale oppervlakte van Vlaanderen is 13 522 km² of 1 352 225 ha. De sommatie van de oppervlaktes toegewezen aan bovenstaande sectoren is lager dan dit totaal. Dit komt omdat heel wat oppervlaktes niet aan 1 sector kunnen toegewezen worden: bv. 5,75 % van de totale oppervlakte in Vlaanderen is sowieso niet gekadastreerd en betreft o.a. pleinen, wandelwegen en waterlopen.
- Om een goed beeld van het ruimtegebruik door de verschillende sectoren te krijgen, dienen verschillende bronnen naast elkaar gebruikt te worden.

Tabel 4: Emissie van ozonafbrekende stoffen in ton CFK-11-eq (Vlaanderen, 1995-2002)

Bron: Econotec, 2002 herwerkt door Vito en VMM.

sector	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*
1 Bevolking	50	49	50	50	50	49	44	42
2 Industrie	425	381	365	328	287	273	251	235
3 Energie	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Landbouw & visserij	152	128	123	87	100	70	28	20
5 Verkeer & vervoer	30	23	16	9	9	9	9	9
6 Handel & diensten	363	325	289	269	224	185	156	121
Vlaanderen (totaal)	1 019	907	844	744	670	586	488	427

* voorlopig cijfer op basis van extrapolaties van de emissie in de voorgaande jaren

Tabel 5: Emissie van broeikasgassen in kton CO₂-eq (Vlaanderen, 1990-2002)

Bron: VMM; Vito - Energiebalans Vlaanderen; Econotec.

sector	stof	1990	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*
1 Bevolking	CO ₂	11 765	12 167	13 032	15 711	13 325	13 725	13 212	12 417	13 432	12 322
1 Bevolking	CH ₄	69	66	67	69	61	59	57	54	53	48
1 Bevolking	N ₂ O	438	433	464	563	472	480	461	429	462	416
1 Bevolking	HFK's			69	69	69	53	54	15	16	17
1 Bevolking	SF ₆			0	0	0	0	0	0	0	0
1 Bevolking	alle gasen samen	12 272	12 667	13 631	16 412	13 928	14 317	13 783	12 916	13 963	12 803
2 Industrie	CO ₂	17 096	18 024	18 410	18 236	19 257	20 090	19 141	19 463	19 073	20 175
2 Industrie	CH ₄	48	49	49	48	51	52	51	53	46	54
2 Industrie	N ₂ O	3 458	3 914	4 059	4 098	3 899	4 068	3 862	3 656	3 569	3 542
2 Industrie	HFK's			101	129	167	225	296	377	463	539
2 Industrie	SF ₆			47	53	60	67	74	74	71	70
2 Industrie	alle gasen samen	20 603	21 987	22 666	22 566	23 434	24 501	23 424	23 623	23 222	24 381
3 Energie	CO ₂	21 553	22 717	22 213	22 746	21 977	25 140	21 662	22 741	21 310	22 323
3 Energie	CH ₄	309	308	300	298	294	289	288	284	282	275
3 Energie	N ₂ O	247	263	244	283	288	289	265	281	289	329
3 Energie	HFK's			0	0	0	0	0	0	0	0
3 Energie	SF ₆			11	12	12	12	12	12	12	12
3 Energie	alle gasen samen	22 109	23 288	22 768	23 339	22 571	25 730	22 226	23 317	21 892	22 939
4 Landbouw & visserij	CO ₂	2 439	2 592	2 433	2 499	2 405	2 375	2 225	2 059	2 037	2 006
4 Landbouw & visserij	CH ₄	5 490	5 635	5 722	5 656	5 582	5 617	5 576	5 438	5 313	5 160
4 Landbouw & visserij	N ₂ O	3 161	3 029	3 124	3 023	2 985	3 052	3 071	2 914	3 023	3 006
4 Landbouw & visserij	HFK's			0	0	0	0	0	0	0	0
4 Landbouw & visserij	SF ₆			0	0	0	0	0	0	0	0
4 Landbouw & visserij	alle gasen samen	11 090	11 256	11 279	11 178	10 972	11 044	10 871	10 411	10 374	10 172
5 Verkeer & vervoer	CO ₂	11 376	12 971	13 283	13 617	13 938	14 351	15 020	15 555	15 921	15 872
5 Verkeer & vervoer	CH ₄	74	81	81	83	80	77	73	70	67	62
5 Verkeer & vervoer	N ₂ O	235	317	342	367	393	423	458	496	517	531
5 Verkeer & vervoer	HFK's			24	39	59	84	113	150	191	224
5 Verkeer & vervoer	SF ₆			0	0	0	0	0	0	0	0
5 Verkeer & vervoer	alle gasen samen	11 685	13 369	13 730	14 105	14 470	14 935	15 664	16 271	16 696	16 690
6 Handel & diensten	CO ₂	2 700	4 271	3 805	4 856	4 205	4 049	4 421	4 343	4 678	4 405
6 Handel & diensten	CH ₄	1 866	1 833	1 858	1 879	1 930	1 879	1 658	1 634	1 409	1 292
6 Handel & diensten	N ₂ O	217	271	237	253	245	246	243	246	250	242
6 Handel & diensten	HFK's			9	17	27	41	67	100	130	159
6 Handel & diensten	SF ₆			0	0	0	0	0	0	0	0
6 Handel & diensten	alle gasen samen	4 783	6 375	5 909	7 006	6 407	6 215	6 389	6 323	6 466	6 098
X Natuur & tuinen	CH ₄	117	115	115	114	114	114	113	113	112	112
X Natuur & tuinen	N ₂ O	226	222	221	221	220	218	218	217	216	216
X Natuur & tuinen	alle gasen samen	343	337	336	335	334	331	332	330	328	328

Vlaanderen (totaal)	CO ₂	66 929	72 743	73 176	77 666	75 108	79 730	75 681	76 579	76 452	77 103
Vlaanderen (totaal)	CH ₄	7 973	8 087	8 190	8 146	8 112	8 086	7 815	7 646	7 282	7 004
Vlaanderen (totaal)	N ₂ O	7 982	8 449	8 692	8 809	8 503	8 776	8 577	8 238	8 326	8 281
Vlaanderen (totaal)	HFK's			202	255	322	403	529	642	799	939
Vlaanderen (totaal)	SF ₆			59	65	72	78	86	85	83	82
Vlaanderen (energetisch)	alle gasen samen	67 479	72 450	72 641	77 411	74 320	79 502	75 203	76 119	75 935	76 505
Vlaanderen (niet-energetisch)	alle gasen samen	15 405	16 829	17 678	17 530	17 797	17 571	17 486	17 071	17 007	16 904
Vlaanderen (totaal)	alle gasen samen	82 885	89 279	90 319	94 941	92 116	97 073	92 689	93 190	92 942	93 409

* voorlopige cijfers

Opmerkingen:

- Met 'alle gasen' wordt de korf van 6 broeikasgassen bedoeld die zijn opgenomen in het Kyoto-protocol: CO₂, CH₄, N₂O, HFK's, SF₆ en PFK's;
- Voor de omrekening van tonnages naar CO₂-equivalenten zijn de GWP-waarden uit het IPCC-rapport 'Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of WG I to the Third Assessment Report of the IPCC' gebruikt: 1 voor CO₂, 23 voor CH₄, 296 voor N₂O, 22 200 voor SF₆ en 12 à 12 000 voor de verschillende HFK's.
- Voor CO₂ zijn geen data beschikbaar voor de jaren 1991, 1992 en 1993. Omdat dit het belangrijkste broeikasgas is, werden voor deze jaren evenmin de data voor de andere gasen in de tabel opgenomen;
- Voor de gefluoreerde broeikasgassen of F-gassen (HFK's, SF₆ en PFK's) zijn enkel data beschikbaar vanaf 1995. De emissies van PFK's en SF₆ zijn nog onvoldoende gekend in Vlaanderen.

Tabel 6: Emissies naar de lucht (Vlaanderen, 1990-2002)

Bron: VMM, Vito.

sector	jaar	As [kg]	benzeen [ton]	Cd [kg]	Co [kg]	CO [ton]	CO [ton TOPP]	Cr (totaal) [kg]	Cu [kg]	dioxines [g]	formaldehyde [ton]	H ₂ S [ton]	Hg [kg]	Mn [kg]	monovinylchloride [kg]	NH ₃ [ton]	NH ₃ [10 ³ Zeq]	Ni [kg]	NMVOs [ton]	NMVOs [ton TOPP]	NO _x [ton]	NO _x [10 ³ Zeq]	NO _x [ton TOPP]	PAK's [kg]	Pb [kg]	SO ₂ als SO ₂ [ton]	SO ₂ als SO ₂ [10 ³ Zeq]	stof (totaal) [ton]	stof (PM10) [ton]	stof (PM2,5) [ton]	toluene [ton]	V [kg]	xyleen-isomeren [ton]	Zn [ton]		
1 Bevolking	1990					45 242	4 977			62									19 197	19 197	9 457	205 595	11 538	212 624			14 884	465 125								
1 Bevolking	1994					41 736	4 591												19 725	19 725	9 929	215 856	12 113	212 195			12 275	383 594								
1 Bevolking	1995					44 513	4 896			53									20 251	20 251	10 379	225 639	12 662	212 378	1 221	13 149	410 906			2 178	1 959	1 859				
1 Bevolking	1996					53 223	5 855			56									21 838	21 838	12 493	231 598	15 241	212 986	1 491	16 055	501 719									
1 Bevolking	1997					45 666	5 023			53									20 508	20 508	10 634	231 183	12 973	212 421	1 238	13 332	416 625									
1 Bevolking	1998					46 714	5 139			53									20 850	20 850	10 911	237 205	13 311	212 451	1 251	13 480	421 250									
1 Bevolking	1999					45 138	4 964			53									20 631	20 631	10 430	226 748	12 725	212 329	1 198	12 901	403 156									
1 Bevolking	2000					41 897	4 609			71									20 541	20 541	9 895	215 117	12 072	212 034	743	11 078	344 938	2 082	1 918	1 849						
1 Bevolking	2001					44 905	4 940			71									21 409	21 409	10 632	231 140	12 911	212 304	753	11 775	367 969	2 129	1 964	1 892						
1 Bevolking	2002					40 537	4 459			71									20 570	20 570	9 789	212 813	11 945	211 917	672	10 504	328 250	2 016	1 862	1 799						
2 Industrie	1990					200 008	22 001			196	146					1 770	104 093		109 290	109 290	25 593	556 391	31 223	194 390			81 148	2 535 866								
2 Industrie	1994		308			208 800	22 968			172	108					1 228	72 206		96 681	96 681	29 121	633 097	35 528	134 812			157 415									
2 Industrie	1995	2 020	30	2 378	3 569	210 841	23 193	6 079	7 220	194	180	117	768	2 726	33 596	1 020	60 009	38 792	96 205	96 205	32 636	709 511	39 816	68 549	45 733	54 330	1 697 803	12 551	10 468	8 689	1 659	1 411	1 346 85	1 937	54	
2 Industrie	1996	2 226	34	1 522	847	213 458	23 480	7 003	5 522	194	191	219	926	8 049	32 916	937	55 092	30 711	93 088	93 088	30 842	670 507	37 627	73 412	80 308	50 691	1 584 091									
2 Industrie	1997	1 507	36	2 289	408	216 052	23 766	6 886	4 468	194	201	208	814	6 041	35 920	899	52 899	18 056	90 357	90 357	31 469	684 144	38 393	60 400	105 778	41 600	1 300 138									
2 Industrie	1998	1 943	37	545	937	180 821	19 890	2 078	4 931	90	206	244	832	5 859	18 214	675	39 723	30 322	84 255	84 255	30 797	669 520	37 572	54 612	35 834	42 132	1 316 626									
2 Industrie	1999	1 306	29	581	866	180 201	19 823	2 123	5 573	29	186	182	460	2 922	15 273	666	35 166	21 367	74 261	74 261	38 170	612 415	34 367	44 498	59 245	40 121	1 253 967									
2 Industrie	2000	800	33	420	555	214 891	23 638	2 362	3 617	9	196	149	638	3 455	8 014	926	54 485	18 438	72 742	72 742	28 035	609 483	34 203	43 789	45 267	38 907	1 215 845	6 408	4 952	3 992	1 381	59 410	1 988	47		
2 Industrie	2001	1 078	30	303	637	160 411	17 645	2 454	2 434	6	220	143	373	1 050	6 104	838	49 278	22 390	72 636	72 636	28 005	608 832	34 166	14 462	22 718	37 400	1 168 745	6 416	4 894	3 977	1 615	73 674	2 619	41		
2 Industrie	2002	800	35	435	552	191 913	21 110	2 074	3 062	6	199	138	631	4 530	7 810	326	19 150	21 890	70 150	70 150	25 598	556 508	31 230	23 811	33 940	34 799	1 087 454	6 615	5 092	4 165	1 586	70 946	1 954	40		
3 Energie	1990					14 975	1 647			4	2					39	2 294		19 127	19 127	56 928	1 227 620	69 452	820		115 304	3 602 235									
3 Energie	1994					26 035	2 864			1	60					0	0		18 258	18 258	57 766	1 147 142	64 375	824		101 928	3 185 247									
3 Energie	1995	326	67	17	359	18 987	2 089	1 155	433	3	1	51	405	1 068	0	0	0	10 976	18 051	18 051	48 867	1 062 363	59 617	824	656	98 056	3 064 258									
3 Energie	1996	281	70	28	408	27 583	3 134	4 645	574	2	1	38	386	1 354	0	0	0	35 225	16 752	16 752	46 987	1 021 494	57 124	862	927	96 447	3 013 975									
3 Energie	1997	245	60	28	451	7 203	792	1 176	537	2	1	52	389	1 386	0	0	0	10 27931	18 196	18 196	43 274	940 767	52 794	976	618	92 826	2 900 799									
3 Energie	1998	201	66	50	485	5 251	578	1 448	579	2	2	52	354	1 484	0	0	10	22 418	19 597	19 597	44 276	962 555	54 017	1 538	827	79 939	2 498 096									
3 Energie	1999	141	47	26	374	3 643	401	1 040	461	2	2	49	209	951	0	1	59	15 086	17 709	17 709	31 467	686 093	38 390	709	431	52 343	1 635 727									
3 Energie	2000	138	50	21	340	7 140	785	1 040	393	2	1	43	338	1 056	0	1	50	17 372	15 749	15 749	37 107	804 714	45 271	639	726	54 456	1 701 744	3 888	2 610	1 561	77	36 484	83	2		
3 Energie	2001	84	49	22	333	4 307	474	875	351	2	1	43	338	857	0	1	52	18 646	15 660	15 660	32 797	713 009	40 012	659	509	49 671	1 552 220	2 944	1 952	1 209	86	43 101	77	2		
3 Energie	2002	79	58	56	295	3 630	399	945	384	2	1	38	1 058	934	0	1	57	16 310	15 615	15 615	24 392	530 293	29 759	1 000	346	35 291	1 102 839	3 016	2 026	1 205	86	41 825	88	1		
4 Landbouw & visserij	1990					4 563	502									78 007	4 588 379		1 479	1 479	26 063	566 618	31 797	347		28 974	905 431									
4 Landbouw & visserij	1994					4 240	466									68 421	4 034 526		1 477	1 477	25 288	549 753	30 851	779		27 098	846 806									
4 Landbouw & visserij	1995					4 041	444									70 459	4 144 385		1 425	1 425	25 924	563 596	31 628	727	430	9 295	290 469	188 612	30 748	1 077						
4 Landbouw & visserij	1996					4 184	460									69 399	4 082 053		1 478	1 478	25 330	550 676	30 903	745	433	9 138	285 576									
4 Landbouw & visserij	1997					4 176	459									69 070	4 062 719		1 480	1 480	25 043	544 434	30 552	706	409	8 580	268 115									
4 Landbouw & visserij	1998					3 919	431									69 758	4 103 174		1 424	1 424	24 813	539 434	30 272	702	335	8 276	258 620									
4 Landbouw & visserij	1999					3 970	437									69 711	4 100 411		1 418	1 418	24 410	530 666	29 780	656	282	7 635	238 592									
4 Landbouw & visserij	2000					3 952	435									56 058	3 297 356		1 445	1 445	23 728	515 854	28 949	574	327	6 336	197 996	194 423	21 176	879						
4 Landbouw & visserij	2001					3 858	424									54 082	3 181 098		1 400	1 400	23 135	502 964	28 225	574	327	6 308	197 138	193 797	21 093	866						
4 Landbouw & visserij	2002					3 774	413									52 785	3 104 785		1 360	1 360	22 640	492 184	27 620	560	339	6 376	199 240	195 449	21 271	873						
5 Verkeer & vervoer	1990					522 718	57 496			2	1 707					77	4 529		81 879	81 879	100 873	2 152 983	123 065	128 515		8 988	280 884									
5 Verkeer & vervoer	1994	3 042				462 626	48 680				1 640					521	30 645		69 975	69 975	100 550	2 185 552	122 671	60 983		10 907	340 851									
5 Verkeer & vervoer	1995	2 795	41			413 335	45 467	203	6 939	2	1 567					657	38 645																			

5 Verkeer & vervoer	1999		1 785	46		294 382	32 382	231	7 833	1	1 300				1 220	71 760	321	45 313	45 313	87 557	1 903 498	106 820	67 170	112 059	4 070	127 186				3 150	2 669	5		
5 Verkeer & vervoer	2000		1 746	48		299 388	32 933	237	8 073	1	1 312				1 340	78 819	333	45 246	45 246	83 638	1 818 298	102 039	69 011	7 495	2 968	92 765	26 445	9 388	8 340	3 072	2 590	5		
5 Verkeer & vervoer	2001		1 567	48		283 136	31 144	243	8 255	1	1 276				1 410	82 936	340	41 474	41 474	81 190	1 765 062	99 051	70 270	7 302	3 051	95 358	27 331	9 353	8 289	2 744	2 311	5		
5 Verkeer & vervoer	2002		1 369	48		260 963	28 706	242	8 236	2	1 182				1 448	85 230	338	36 728	36 728	76 039	1 653 083	92 767	70 018	7 006	3 041	95 044	26 808	8 721	7 655	2 389	2 008	5		
6 Handel & diensten	1990					1 204	132			261	0					0		11 352	11 352	3 115	67 720	3 800	365		2 900	90 636								
6 Handel & diensten	1994		326			863	95				0	0				0	11	11 121	11 121	3 938	85 621	4 805	751		3 320	103 745			1 158		0	0		
6 Handel & diensten	1995	47	218	294	9	871	96	577	1 031	112	0	0	251	278	0	0	299	8 864	8 864	4 498	97 780	5 487	513	12 239	2 416	75 508	963	766	605	774	0	0		
6 Handel & diensten	1996	14	241	502	8	897	99	341	482	62	0	0	113	171	0	114	6 705	765	9 884	9 884	5 511	119 804	6 723	620	3 846	3 255	101 734			842	9	10	0	
6 Handel & diensten	1997	13	214	3	3	636	70	309	35	23	0	0	125	6	0	96	5 671	14	9 547	9 547	5 178	112 572	6 317	574	3 040	3 010	94 062			700	3	7	11	
6 Handel & diensten	1998	46	228	13	20	774	85	346	158	15	0	0	81	165	0	76	4 453	338	9 772	9 772	5 497	119 504	6 706	579	253	3 700	115 624			751	17	14	0	
6 Handel & diensten	1999	175	218	23	89	660	73	302	200	15	0	0	58	147	0	78	4 588	91	9 517	9 517	5 228	113 657	6 378	541	232	2 360	70 638			713	55	10	0	
6 Handel & diensten	2000	180	188	109	132	678	75	217	178	16	0	0	59	131	0	15	882	151	8 619	8 619	5 097	110 816	6 219	548	399	2 436	76 755	176	165	157	667	142	8	0
6 Handel & diensten	2001	157	184	7	133	769	85	131	130	17	0	0	63	267	0	1	73	61	8 346	8 346	5 645	122 818	6 892	606	229	2 445	76 391	188	176	166	644	88	6	0
6 Handel & diensten	2002	75	180	25	44	695	76	59	53	7	0	0	62	54	0	93	5 492	14	7 627	7 627	5 480	119 132	6 685	1 614	2 152	67 261	171	160	151	644	346	8	0	
X Natuur & tuinen	1990																	13 108	13 108															
X Natuur & tuinen	1994																	14 314	14 314															
X Natuur & tuinen	1995																	14 440	14 440															
X Natuur & tuinen	1996																	11 348	11 348															
X Natuur & tuinen	1997																	13 206	13 206															
X Natuur & tuinen	1998																	12 056	12 056															
X Natuur & tuinen	1999																	13 448	13 448															
X Natuur & tuinen	2000																	12 493	12 493															
X Natuur & tuinen	2001																	12 893	12 893															
X Natuur & tuinen	2002																	12 893	12 893															
Vlaanderen (totaal)	1990					788 700	86 758			524	1 855				79 893	4 699 295		255 432	255 432	222 030	4 826 927	370 876	537 461		252 198	7 881 175								
Vlaanderen (totaal)	1994		3 737			724 300	79 673			1 813	1 68				70 170	4 127 389		231 552	231 552	221 592	4 817 421	270 343	410 344		205 899	6 434 357								
Vlaanderen (totaal)	1995	2 393	3 109	2 730	3 938	692 588	76 185	8 014	15 624	364	1 748	168	1 424	4 072	33 596	72 136	4 243 079	50 353	224 579	224 579	220 550	4 784 764	269 071	344 734	238 384	188 478	5 889 923	233 591	46 932	23 006	8 104	161 225	6 293	60
Vlaanderen (totaal)	1996	2 521	2 958	2 095	1 263	699 317	76 925	12 198	13 693	315	1 724	257	1 424	9 574	32 916	71 263	4 191 670	66 994	215 228	215 228	216 410	4 704 938	264 031	351 525	248 593	187 170	5 849 053							
Vlaanderen (totaal)	1997	1 764	2 551	2 363	922	609 222	67 014	8 585	12 318	274	1 624	260	1 328	7 433	35 920	71 011	4 176 885	46 300	207 743	207 743	207 525	4 511 595	253 181	339 281	253 799	163 058	5 095 550							
Vlaanderen (totaal)	1998	2 190	2 345	652	1 442	552 646	60 791	4 092	13 158	161	1 554	296	1 267	7 508	18 214	71 587	4 210 767	53 387	197 683	197 683	204 931	4 435 197	250 016	335 566	165 282	151 377	4 730 520							
Vlaanderen (totaal)	1999	1 622	2 079	675	1 332	527 985	58 078	3 696	14 067	100	1 488	231	727	4 021	15 273	71 676	4 215 987	36 866	182 297	182 297	187 362	4 071 077	228 460	325 903	173 452	119 337	3 729 267							
Vlaanderen (totaal)	2000	1 118	2 016	598	1 027	567 947	62 474	3 856	12 261	98	1 508	192	1 061	4 682	8 014	58 341	3 431 593	36 293	176 835	176 835	187 501	4 076 282	228 752	326 595	54 957	116 161	3 630 043	233 426	40 210	16 778	5 097	96 036	4 669	54
Vlaanderen (totaal)	2001	1 319	1 831	380	1 102	497 376	54 711	3 703	11 170	97	1 497	186	774	2 174	6 104	56 332	3 313 438	41 438	173 810	173 810	181 409	3 943 825	221 319	298 876	31 838	110 651	3 457 832	232 806	39 431	16 398	5 089	116 863	5 014	48
Vlaanderen (totaal)	2002	954	1 643	564	891	501 511	55 166	3 320	11 725	88	1 382	176	1 752	5 518	7 810	54 653	3 214 715	38 552	164 943	164 943	163 938	3 564 013	200 004	308 920	42 444	92 163	2 880 087	234 118	39 132	15 852	4 704	113 017	4 058	46

Opmerkingen:

- 1) Emissies van verzurende stoffen werden d.m.v. volgende omzettingfactoren omgerekend naar Zeq (zuurequivalenten):

$$\begin{aligned} \text{SO}_2 & 0,03125 \\ \text{NO}_x \text{ (uitgedrukt als NO}_2\text{)} & 0,02174 \\ \text{NH}_3 & 0,05882 \end{aligned}$$

Hiermee worden grammen omgezet in Zeq: 1 ton SO₂ komt overeen met 0,03125 x 10⁶ Zeq of 31,25 x 10³ Zeq.

- 2) Emissies van ozonprecursoren werden d.m.v. volgende omzettingfactoren omgerekend naar TOFP's (troposferic ozone forming potentials):

$$\begin{aligned} \text{NMVOS} & 1 \\ \text{NO}_x \text{ (uitgedrukt als NO}_2\text{)} & 1,22 \\ \text{CH}_4 & 0,014 \\ \text{CO} & 0,11 \end{aligned}$$

Hiermee worden tonnages omgezet in TOFP's: 1 ton NO_x stemt dus overeen met een TOFP van 1,22 ton.

- 3) Voor een detail van de emissies van ozonafbrekende stoffen en broeikasgassen verwijzen we naar respectievelijk tabel 4 en tabel 5.

Tabel 7: Afvalproductie in ton (Vlaanderen, 1991-2002 voor huishoudelijk afval en 1992-2001 voor bedrijfsafval)

Bron: OVAM.

sector	jaar	selectief ingezameld afval	niet-selectief ingezameld afval	totaal
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1991	428 657	1 912 182	2 340 839
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1992	540 564	1 912 282	2 452 846
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1993	678 483	1 951 572	2 630 055
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1994	853 522	1 963 116	2 816 638
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1997	1 595 542	1 523 739	3 119 281
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1998	1 866 678	1 280 003	3 146 681
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	1999	2 034 814	1 199 515	3 234 329
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	2000	2 193 891	1 138 385	3 332 276
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	2001	2 259 668	1 078 000	3 337 668
1 Bevolking (huishoudelijk afval)	2002	2 316 399	1 014 359	3 330 758
sector	jaar	productie gevaarlijk afval	productie niet-gevaarlijk afval	totaal
2 Industrie (bedrijfsafval)	1992	231 892	9 050 642	9 282 534
2 Industrie (bedrijfsafval)	1993	227 818	8 667 034	8 894 852
2 Industrie (bedrijfsafval)	1994	236 668	12 042 756	12 279 424
2 Industrie (bedrijfsafval)	1997	231 751	10 736 570	10 968 321
2 Industrie (bedrijfsafval)	1998	208 130	12 235 585	12 443 715
2 Industrie (bedrijfsafval)	1999	243 443	12 333 973	12 577 416
2 Industrie (bedrijfsafval)	2000	285 328	13 310 162	13 595 490
2 Industrie (bedrijfsafval)	2001	366 358	13 550 830	13 917 188
3 Energie (bedrijfsafval)	1992	35 003	1 011 271	1 046 274
3 Energie (bedrijfsafval)	1993	35 463	779 836	815 299
3 Energie (bedrijfsafval)	1994	18 169	779 726	797 895
3 Energie (bedrijfsafval)	1997	10 534	757 190	767 724
3 Energie (bedrijfsafval)	1998	16 515	912 094	928 609
3 Energie (bedrijfsafval)	1999	22 342	985 685	1 008 027
3 Energie (bedrijfsafval)	2000	28 414	1 199 208	1 227 622
3 Energie (bedrijfsafval)	2001	16 492	1 182 748	1 199 240
4 Landbouw & visserij (bedrijfsafval)	2000	774	331 968	332 742
4 Landbouw & visserij (bedrijfsafval)	2001	1 378	227 971	229 349
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1992	397 887	5 349 205	5 747 093
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1993	391 438	5 482 709	5 874 147
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1994	406 065	7 018 417	7 424 483
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1997	675 156	7 415 002	8 090 158
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1998	659 006	8 102 228	8 761 234
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	1999	587 413	10 272 024	10 859 437
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	2000	727 558	13 498 408	14 225 966
6 Handel & diensten (bedrijfsafval)	2001	792 070	13 470 523	14 262 593
X Overige (bedrijfsafval)	2000	2 486	17 197	19 683
X Overige (bedrijfsafval)	2001	3 798	21 969	25 767
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1992	664 782	15 411 118	16 075 901
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1993	654 719	14 929 579	15 584 298
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1994	660 902	19 840 900	20 501 802
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1997	917 441	18 908 762	19 826 203
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1998	883 652	21 249 907	22 133 559
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	1999	853 198	23 591 682	24 444 880
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	2000	1 044 560	28 356 943	29 401 503
Vlaanderen (totaal bedrijfsafval)	2001	1 180 096	28 454 041	29 634 136

sector	jaar			totaal
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1992			18 528 747
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1993			18 214 353
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1994			23 318 440
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1997			22 945 484
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1998			25 280 240
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	1999			27 679 209
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	2000			32 733 779
Vlaanderen (totaal huishoudelijk afval + bedrijfsafval)	2001			32 971 804

Opmerkingen:

- Voor het jaar 2000 werd de bedrijfsafvalproductie van een reeks bijkomende deelsectoren voor het eerst geschat. Een stijging van de bedrijfsafvalproductie door de verschillende sectoren en van het totale bedrijfsafval in Vlaanderen vanaf 2000 is gedeeltelijk te wijten aan deze nieuwe aanpak.
- Voor 1995 en 1996 zijn geen cijfers beschikbaar.

Tabel 8: Lozing van bedrijfsafvalwater* (Vlaanderen, 1992-2002)

Bron: VMM.

sector	jaar	BZV [kgO ₂]	CZV [kgO ₂]	zwevende stoffen [kg]	N [kg]	P [kg]	Ag [kg]	As [kg]	Cd [kg]	Cr [kg]	Cu [kg]	Hg [kg]	Ni [kg]	Pb [kg]	Zn [kg]	jaardebiet [m ²]
2 Industrie	1992	26 604 145	81 065 564	188 219 449	5 568 320	1 519 549										201 870 184
2 Industrie	1993	27 201 130	74 932 242	13 067 115	6 535 750	1 096 324	1 247	1 321	561	7 466	11 288	113	10 367	8 426	65 946	238 877 861
2 Industrie	1994	22 450 006	68 713 912	14 810 984	5 032 932	931 192	1 102	788	771	6 193	8 137	69	9 304	5 604	41 119	245 786 677
2 Industrie	1995	14 276 017	43 093 333	7 627 727	2 887 834	485 086	330	725	230	3 677	4 627	47	6 028	2 785	19 843	131 883 421
2 Industrie	1996	19 866 082	60 724 424	11 770 660	4 089 073	807 351	446	465	320	3 016	5 255	42	6 504	2 361	24 632	213 847 204
2 Industrie	1997	19 668 601	57 721 585	9 605 991	4 144 188	692 930	356	660	266	4 210	6 770	58	7 828	1 412	23 147	210 760 601
2 Industrie	1998	16 284 779	50 715 059	7 718 859	3 843 598	650 711	549	1 284	290	3 176	6 463	33	8 409	3 758	24 892	226 071 217
2 Industrie	1999	16 610 149	51 052 221	8 360 831	3 878 556	676 929	437	1 681	198	3 171	5 061	59	7 299	605	20 259	228 300 870
2 Industrie	2000	15 970 195	48 641 902	7 235 700	3 669 483	625 879	463	852	387	3 084	4 927	37	5 807	1 470	23 340	220 931 784
2 Industrie	2001	12 972 321	45 037 460	8 036 651	3 334 171	613 929	314	1 095	323	2 213	5 154	38	8 051	1 272	24 157	212 004 006
2 Industrie	2002	11 561 201	40 119 885	7 172 377	2 993 393	569 601	246	851	420	2 143	3 600	23	5 731	1 375	21 962	305 045 963
3 Energie	1992	192 193	1 592 228	2 734 505	245 365	13 113										27 381 996
3 Energie	1993	273 419	1 233 327	488 232	247 017	10 442	55	111	33	109	263	16	157	341	869	19 660 618
3 Energie	1994	187 370	845 720	164 643	114 590	6 765	33	62	11	30	82	2	101	120	528	10 732 275
3 Energie	1995	94 838	542 331	140 142	83 554	5 765	11	21	15	150	86	0	155	85	727	8 901 937
3 Energie	1996	110 862	728 947	212 384	195 873	5 104	31	18	1	56	39	1	76	22	382	16 896 275
3 Energie	1997	164 651	1 377 293	414 234	240 314	10 012	7	145	8	73	156	1	106	101	771	15 961 477
3 Energie	1998	122 529	1 221 916	400 874	261 276	11 920	6	35	0	12	62	0	62	8	999	18 309 421
3 Energie	1999	104 021	505 395	266 368	139 418	6 139	0	18	0	28	81	1	56	12	478	22 826 287
3 Energie	2000	152 201	1 075 784	284 815	203 946	6 870	2	48	0	9	58	1	85	283	383	22 369 901
3 Energie	2001	108 954	918 358	186 696	205 261	7 588	0	107	3	3	25	1	71	49	637	19 668 879
3 Energie	2002	148 906	1 154 940	243 257	234 754	7 680	0	93	0	1	32	2	109	176	685	21 123 288
4 Landbouw & visserij	1992	8 096	13 892	1 857	388	208										5 520
4 Landbouw & visserij	1993	10 922	31 269	4 561	3 851	682	1	0	0	0	2	0	0	1	17	134 893
4 Landbouw & visserij	1994	13 690	24 879	5 053	1 766	199	3	0	0	0	4	0	0	3	15	158 975
4 Landbouw & visserij	1995	11 861	18 951	2 700	873	197	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21 825
4 Landbouw & visserij	1996	14 200	27 694	16 158	6 605	1 534	1	0	0	0	3	0	0	0	15	203 976
4 Landbouw & visserij	1997	1 804	9 074	8 209	4 591	1 009	0	0	0	2	4	0	0	6	10	110 668
4 Landbouw & visserij	1998	3 676	10 933	235	3 979	947	0	0	0	0	0	0	0	0	1	111 970
4 Landbouw & visserij	1999	1 777	8 238	5 208	1 913	700	0	0	0	0	0	0	0	0	6	133 602
4 Landbouw & visserij	2000	3 058	17 730	10 018	4 908	988	0	0	0	0	3	0	0	0	21	114 760
4 Landbouw & visserij	2001	812	3 461	2 390	1 735	208	0	0	0	1	0	0	0	0	3	51 343
4 Landbouw & visserij	2002	1 262	10 965	4 117	1 859	271	0	0	0	0	0	0	0	0	11	81 446
6 Handel & diensten	1992	941 674	2 812 970	824 736	132 981	45 927										4 388 802
6 Handel & diensten	1993	1 195 653	3 121 238	707 657	177 797	39 708	190	6	7	125	368	5	79	193	1 814	5 539 602
6 Handel & diensten	1994	1 315 603	3 322 690	918 954	187 184	45 505	168	6	5	102	418	4	54	223	1 830	6 039 128
6 Handel & diensten	1995	1 221 292	2 924 044	614 449	173 768	41 679	167	5	4	61	321	4	52	175	1 588	5 470 420
6 Handel & diensten	1996	1 401 101	3 394 926	798 462	217 880	48 601	90	8	4	52	374	8	50	177	1 592	6 206 355
6 Handel & diensten	1997	1 312 034	3 091 271	789 843	189 788	48 745	71	25	2	62	331	7	70	165	1 649	6 153 492
6 Handel & diensten	1998	1 576 909	3 764 602	945 247	239 913	61 215	138	10	69	180	467	6	193	177	2 019	7 773 509
6 Handel & diensten	1999	1 522 045	3 583 276	1 083 098	228 656	58 767	150	9	3	53	438	4	69	133	1 869	7 459 392
6 Handel & diensten	2000	1 534 426	3 686 769	1 006 263	232 862	61 527	90	17	4	167	455	5	96	147	1 831	7 595 999
6 Handel & diensten	2001	1 514 666	3 533 983	859 052	241 375	56 931	27	17	2	69	356	3	165	115	1 700	7 509 191
6 Handel & diensten	2002	1 410 253	3 266 790	899 245	232 551	51 664	26	13	3	51	389	6	76	102	1 679	7 385 126

* De cijfers in deze tabel hebben enkel betrekking op de door VMM zelf bemonsterde bedrijven uit 4 sectoren. Een inschatting van het aandeel van deze emissies in het totaal van elk van die sectoren is niet beschikbaar. Aangezien vooral de erg grote 'lozers' door VMM bemonsterd worden, kunnen we voor de sectoren 'industrie' en 'energie' verwachten dat de emissies hierboven het grootste deel van de vuilvrachten van die sectoren omvatten. Voor 'handel & diensten' is dit niet het geval, aangezien deze sector ook heel wat sanitair afvalwater loost, dat mee verrekend zit in de emissies van de huishoudens (zie tabel g). Voor 'landbouw & visserij' zijn de emissies hierboven nog minder representatief voor de hele sector aangezien maar enkele bedrijven uit die sector door VMM bemonsterd werden. Voor bedrijven die lozen op een riool werd de eventuele zuivering ter hoogte van een RWZI niet in rekening gebracht.

Tabel 9: Lozingen in oppervlaktewater door de sector bevolking (Vlaanderen, 1990-2002)

Bron: VMM.

sector	jaar	BZV [kg]	CZV [kg]	zwevende stoffen [kg]	N [kg]	P [kg]	Ag [kg]	As [kg]	Cd [kg]	Cr [kg]	Cu [kg]	Hg [kg]	Ni [kg]	Pb [kg]	Zn [kg]
1 Bevolking	1990	58 172 348	128 373 913	72 696 034	18 011 175	2 763 228	0	794	198	640	36 489	75	1 523	5 751	43 323
1 Bevolking	1995	53 788 464	121 067 210	67 381 007	17 106 105	2 704 019	0	768	190	618	34 784	73	1 516	5 469	41 554
1 Bevolking	1998	44 231 001	104 195 777	56 618 868	15 850 050	2 444 688	0	688	167	537	30 257	67	1 441	4 731	36 633
1 Bevolking	1999	43 016 804	101 480 117	55 333 143	15 524 524	2 173 572	0	677	164	527	29 726	66	1 421	4 647	36 015
1 Bevolking	2000	41 785 802	100 350 936	53 742 636	15 478 147	2 104 897	0	675	163	523	29 481	66	1 435	4 603	35 819
1 Bevolking	2001	37 691 208	93 541 118	49 032 990	14 351 394	2 000 708	0	637	153	486	27 420	63	1 391	4 269	33 538
1 Bevolking	2002	35 100 336	87 556 848	45 614 856	13 774 286	1 933 529	0	617	148	466	26 301	61	1 372	4 087	32 319

Opmerking: Zuiveringen ter hoogte van RWZI's zijn mee in rekening gebracht.

Tabel 10: Diffuse lozingen naar oppervlaktewater door de landbouw (Vlaanderen, 1990-2001)

Bron: VMM.

sector	jaar	N [kg]	P [kg]
4 Landbouw & visserij	1990	23 488 800	1 420 640
4 Landbouw & visserij	1991	21 977 150	1 389 110
4 Landbouw & visserij	1992	23 031 020	1 415 030
4 Landbouw & visserij	1993	24 946 710	1 430 950
4 Landbouw & visserij	1994	24 275 100	1 460 520
4 Landbouw & visserij	1995	24 472 560	1 481 180
4 Landbouw & visserij	1996	18 816 180	1 485 920
4 Landbouw & visserij	1997	19 776 700	1 510 900
4 Landbouw & visserij	1998	26 730 630	1 548 830
4 Landbouw & visserij	1999	25 713 410	1 539 159
4 Landbouw & visserij	2000	23 367 000	1 514 400
4 Landbouw & visserij	2001	24 944 020	1 470 330

Opmerking: Deze tabel betreft enkel de diffuse lozingen van N en P vanuit de landbouw. Directe lozingen – voor zover het bedrijven betreft bemonsterd door VMM – staan vermeld in tabel 8. Sanitaire lozingen vanuit de landbouwsector zijn hier evenmin in meegenomen. Deze zijn mee verrekend bij de sector bevolking in tabel 9.

Begrippen

A

A-weging: aanpassing door weging van een gemeten geluid aan de frequentieafhankelijke gevoeligheid van het menselijk oor.

Aanvaardingsplicht: plicht voor de eindverkoper, de tussenhandelaar, de producent of de invoerder om bepaalde afvalstoffen te aanvaarden met het oog op hun nuttige toepassing of doelmatige verwijdering.

Aërodynamische diameter: de aërodynamische diameter van een stofdeeltje is gelijk aan de diameter van een bolvormig deeltje, met een soortelijke massa van 1 g/cm^3 dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als dat stofdeeltje.

Affakkelen: het voeren van afvalgassen door een brander waarin een vlam wordt onderhouden, zodat de brandbare bestanddelen verbranden voordat zij in de lucht terechtkomen.

Afvalrecuperatie: verzamelbegrip voor recycling, compostering en hergebruik.

Afvalstof: elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen.

Afvalstof voor nuttige toepassing: het winnen van grondstoffen, producten of energie uit afval, het rechtstreekse en wettige gebruik van afval, evenals de handelingen die als dusdanig worden bepaald door de Vlaamse regering overeenkomstig de geldende Europese voorschriften.

Afvalverwerking: omzetten van afval in andere vormen door bijvoorbeeld recycling of verbranding, en verwijdering van afval door storten.

AOT₄₀_{ppb}-vegetatie: overschot boven $80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ van alle uurwaarden van de ozonconcentraties tussen 8 en 20 uur (Midden-Europese tijd) opgeteld tijdens de maanden mei, juni en juli.

AOT₆₀_{ppb}-max8u: overschot boven $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ van de hoogste 8-uursgemiddelde ozonconcentratie per dag, opgeteld over alle dagen van een kalenderjaar.

Aquifer: watervoerende grondlaag.

Aromaten: koolwaterstoffen met minstens één benzeenring, zoals benzeen, toluen en xylenen.

B

Basiskwaliteitsnorm oppervlaktewater: grenswaarde voor de concentratie van een stof in oppervlaktewater waar alle oppervlaktewater aan zou moeten voldoen, zoals vastgelegd in VLAREM.

Basisprijs: marktprijs verminderd met het saldo van de productgebonden belastingen en productgebonden subsidies.

Bedrijfsafval: alle afvalstoffen die voortvloeien uit een industriële, ambachtelijke of wetenschappelijke activiteit en de afvalstoffen die daarmee gelijkgesteld worden. Bedrijfsafval omvat dus zowel industrieel afval als afval van handel & diensten.

Belasting van het oppervlaktewater: vuilvracht die uiteindelijk in het oppervlaktewater terechtkomt direct of indirect via niet op een RWZI aangesloten riolering, na (gedeeltelijke) zuivering. Dit wordt gespecificeerd naar parameter en/of naar doelgroep.

Belastingsbasis: basis waarop de belasting geheven wordt.

Beleidsvaluatie: wetenschappelijke analyse van een bepaald beleid (of een deelveld van beleid), dat op basis van criteria wordt beoordeeld, en op grond waarvan aanbevelingen worden geformuleerd.

Beleidsproces: ontwikkeling en/of opeenvolging van acties die het beleid vormen.

Beleidsrespons: maatregelen en instrumenten die de overheid inzet om voor een bepaald thema een al dan niet expliciete milieudoelstelling te verwezenlijken. Een responsindicator illustreert de omvang en alertheid van de respons van de overheid.

Belgische Biotische Index (BBI): index ter beoordeling van de biologische waterkwaliteit, steunend op de aan- of afwezigheid van macro-invertebraten in het water. De indexwaarde schommelt tussen 0 (zeer slechte kwaliteit) en 10 (zeer goede kwaliteit).

Belgische Noordzeewateren: omvat de territoriale zee en de exclusieve economische zone (EEZ) zoals vastgelegd in de wet EEZ (1999).

Benchmarking: het zoeken van de beste technologie door vergelijking met andere installaties en de afspraak om de eigen installatie te verbeteren om de beste technologie te evenaren.

Benthisch: bodemgebonden.

Benzeen: organisch-chemische verbinding (C_6H_6) die zeer stabiel en uiterst kankerwekkend is.

Beschrijvend bodemonderzoek (BBO): bodemonderzoek waarin de ernst van de bodemverontreiniging wordt vastgesteld. Het onderzoek beschrijft de aard, de hoeveelheid, de concentratie en de oorsprong van de verontreinigende stoffen of organismen, de mogelijkheid op verspreiding daarvan, het gevaar op blootstelling voor mensen, planten, dieren en grond- en oppervlaktewater, en een prognose van de spontane evolutie van de verontreinigde bodem.

Bestrijdingsmiddel: synthetische of uit levende organismen gewonnen stof aangewend tegen onkruid (herbiciden), insecten (insecticiden), schimmels (fungiciden) of andere ongewenste organismen of hulpstoffen om deze stoffen te versterken. Er wordt verder onderscheid gemaakt tussen biociden en bestrijdingsmiddelen voor landbouwkundig gebruik (gewasbeschermingsmiddelen (actieve stoffen) en hulpstoffen).

Bioaccumulatie: opstapeling van lichaamsvreemde stoffen in plantaardige en dierlijke weefsels.

Biobeschikbaarheid: fractie van een polluent die door organismen kan worden opgenomen.

Biochemisch zuurstofverbruik: hoeveelheid zuurstof per liter verontreinigd water die micro-organismen nodig hebben om de afbreekbare organische stoffen af te breken (biochemische reactie). Standaard wordt de bepaling uitgevoerd bij 20 °C gedurende 5 dagen.

Biocide: bestrijdingsmiddel voor gebruik buiten de landbouw anders dan gewasbeschermingsmiddelen (bv. houtbeschermingsmiddelen, ontsmettingsmiddelen).

Biodiversiteit: variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van, o.a. terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen.

Biologische stikstoffixatie: omzetting van luchtstikstofgas door bodembacteriën zodat deze stikstof beschikbaar is voor plantengroei.

Biologische waarderingskaart: een inventarisatie en evaluatie van het biologisch milieu, aan de hand van een vooraf gedefinieerde lijst van karteringseenheden, die staan voor vegetatietypen, grondgebruik en kleine landschapselementen. De evaluatie is een 'best professional judgement' gebaseerd op zeldzaamheid, ver-

vangbaarheid, kwetsbaarheid en biologische kwaliteit van de biotopen.

Biomagnificatie: verhoging van de concentratie aan chemische stoffen in organismen als gevolg van doorstroming doorheen de verschillende trofische niveaus van de voedselpiramide.

Biomonitoring (mens): om blootstelling en effecten van toxische stoffen bij de bevolking in te schatten, wordt ondermeer biologische monitoring toegepast, waarbij de vaststelling van het geïntegreerde blootstellingsniveau berust op metingen van de inwendige dosis van een stof in bloed, urine of andere biologische media. Om de inwendige blootstelling te koppelen aan vroegtijdige omkeerbare effecten, kunnen bovendien biomerkers van effect gemeten worden.

Biotechnologie: technologie waarbij levende organismen worden ingezet om goederen of voeding te produceren.

Blauwe Vlag: ecolabel voor stranden, jachthavens en binnenwateren met een hoge milieustandaard en goede sanitaire en veiligheidsvoorzieningen.

Blootstelling: mate waarin mens of ecosysteem in contact komt met verontreiniging of verontreinigende stoffen opneemt.

Bodemas: as die na de verbranding op de bodem van de oven achterblijft.

Bodemerosie door water: totale hoeveelheid bodemmateriaal die onder de invloed van regen en afstromend water wordt losgemaakt en over een bepaalde afstand wordt getransporteerd.

Bodemsanering: het behandelen van bodemverontreiniging door het opstellen en uitvoeren van een beschrijvend bodemonderzoek, indien nodig gevolgd door het opstellen van een bodemsaneringsproject, het uitvoeren van bodemsaneringswerken en het eventueel verzekeren van nazorg.

Bodemsaneringsproject (BSP): studie waarin wordt vastgelegd op welke wijze de bodemsanering zal worden uitgevoerd. Hierbij wordt rekening gehouden met de best beschikbare technische oplossingen die met succes in de praktijk zijn toegepast en waarvan de kostprijs niet onredelijk is in verhouding tot het te bereiken resultaat op het vlak van bescherming van de mens en het milieu, en onafhankelijk van de financiële draagkracht van diegene op wie de saneringsverplichting rust.

Bodemsaneringswerken (BSW): werken ter uitvoering van een bodemsaneringsproject.

Bodemval: betonnen of stenen bodemversteving vaak onder brug of aan de monding van een waterloop. Door een hoog verval (als gevolg van erosie stroomafwaarts van bodemval), te dunne waterfilm over bodemval of te hoge stroomsnelheid vormen de meeste bodemvallen een migratiebarrière voor vissen.

Bodemverontreiniging: de aanwezigheid van stoffen of organismen, veroorzaakt door menselijke activiteiten, op of in de bodem of opstallen, die de kwaliteit van de bodem op rechtstreekse of onrechtstreekse wijze nadelig beïnvloeden of kunnen beïnvloeden.

Bodemverontreiniging die een ernstige bedreiging vormt: bodemverontreiniging waarbij contact is of kan zijn tussen de verontreinigende stoffen of organismen en mensen, planten of dieren, en waarbij dit contact zeker of zeer waarschijnlijk schadelijke gevolgen zal hebben voor de gezondheid van mensen, planten of dieren; bodemverontreiniging die een waterwinning nadelig kan beïnvloeden.

Boomkor: een visnet dat aan weerszijden van een vissersvaartuig wordt gesleept. Door de voortstuwing van het schip worden deze netten over de bodem gesleept. De vangstcapaciteit van een boomkorvaartuig wordt in hoofdzaak bepaald door het sleepvermogen van het vissersvaartuig.

Braaklegging: maatregel waarbij op een perceel akkerland geen commercieel gewas meer wordt geteeld voor een bepaalde periode, maar dat overwegend begroeid wordt met gras (langdurige periode) of andere groenbedekkers (korte periode). Hierdoor is het braakperceel veel minder erosiegevoelig dan een perceel dat gecultiveerd wordt.

Broeikaseffect: opwarming van de atmosfeer die ontstaat doordat sommige gassen (broeikasgassen) invallende zonnestraling doorlaten maar straling van het opgewarmde aardoppervlak opnemen.

Broeikasgas: gas dat de opwarming van de aarde bevordert. Elk broeikasgas heeft zijn eigen opwarmend effect, relatief t.o.v. CO_2 . Enkele voorname broeikasgassen met hun opwarmend effect of *global warming potential* (GWP): CO_2 (1), CH_4 (23), N_2O (296).

Bron: gelokaliseerde activiteit die een emissie (stoffen, golven of andere verschijnselen) in het milieu brengt en die een (potentieel) verstorend effect heeft. Men onderscheidt o.a. puntbron, lijnbron, oppervlaktebron en diffuse bron.

Bruto binnenlands energiegebruik (BBE): dit is het totaal primair energiegebruik van een land of regio verminderd met de energie die gebruikt wordt voor de internationale scheepvaart- en luchtvaartbunkers. Het is ook de som van het energiegebruik door alle eindgebruikers enerzijds en de energieverliezen (o.a. door transformatie) en het eigen energiegebruik door de energiesector anderzijds.

Bruto Binnenlands Product voor het Vlaamse Gewest: indicator om de economische welvaart van het Vlaamse Gewest te duiden; het is de som van de bruto toegevoegde waarde (tegen basisprijzen) die wordt geproduceerd in het Vlaamse Gewest gedurende één jaar, vermeerderd met productgebonden belastingen minus productgebonden subsidies.

Bruto toegevoegde waarde: verkoopwaarde van de productie zonder de bedragen die betaald zijn aan andere producen-

ten voor levering van grondstoffen, halffabrikaten en diensten die nodig zijn voor de productie.

BTEX: groep van typische aromatische koolwaterstoffen in auto-uitlaatgassen (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylene).

Buitengebied: gebied waarin de open ruimte overheeft, maar waarin ook elementen van bebouwing en infrastructuur begrepen zijn, die functioneel samenhangen met de open ruimte.

Bunkerbrandstoffen: fiscaaltechnische benaming van brandstoffen die geleverd worden aan de internationale lucht- of scheepvaart. Deze brandstoffen worden in feite uitgevoerd. De emissies uit het gebruik van deze brandstoffen worden niet toegekend aan het land dat deze brandstoffen leverde.

C

Caprolactam: chemisch product dat o.a. dient als grondstof voor nylon.

Carcinogenese: proces van het ontstaan van kanker.

CCA-behandeld hout: met een zoutoplossing van de metalen koper, chroom en arseen behandeld hout.

CFK (chloorfluorkoolstof): koolwaterstoffen waarop sommige of alle waterstofatomen zijn vervangen door chloor- en/of fluoratomen. Het zijn producten met een hoge chemische en thermische stabiliteit die als koelmiddel, blaasmiddel bij de productie van schuimen, oplosmiddel en reinigingsmiddel worden gebruikt. Deze producten tasten de stratosferische ozonlaag aan.

CFK-11-equivalent: meeteenheid waarbij het ozonafbrekend vermogen van een product (*ozone depletion potential* of ODP-waarde) afgewogen wordt ten opzichte van het ozonafbrekend vermogen van CFK-11, waarvan de ODP-waarde per definitie gelijkgesteld wordt aan 1.

Chemisch zuurstofverbruik: hoeveelheid zuurstof die per liter verontreinigd water nodig is om de organische stoffen volledig af te breken (via oxidatie, een chemische reactie).

Chromatide: deel van een chromosoom. Elk chromosoom bevat twee chromatiden elk afkomstig van een ouder. Een menselijke cel heeft 23 chromosomen (dus 46 chromatiden).

Chromosoom: bestaat uit genen of eenheden van het erfelijk materiaal. De meeste genen bevatten instructies voor de vervaardiging van eiwitten. De eiwitten hebben een enzymfunctie en vormen de verschillende structurele en functionele onderdelen van een cel waarbij ze levensfuncties controleren.

Chromosoomaberratie: structureel en microscopisch zichtbare schade aan een chromosoom.

CO₂-equivalent (CO₂-eq): meeteenheid gebruikt om het opwarmend vermogen (*global warming potential*) van broeikasgassen weer te geven. CO₂ is het referentiegas, waartegen andere broeikasgassen gemeten worden bv. omdat bij eenzelfde massa gas het opwarmend vermogen van CH₄ 23 keer hoger is dan dat van CO₂, stemt 1 ton CH₄ overeen met 23 ton CO₂-equivalenten.

Conditioneren: elke mogelijke voorbehandeling (met inbegrip van tijdelijke externe opslag, verkleinen, compacteren of sorteren) voordat bedrijfsafvalstoffen gerecupereerd, verbrand of gestort worden. Bij radioactief afval bestaat de behandeling uit het vastleggen van de verontreiniging in een matrix die verspreiding van het materiaal of straling tegengaat, dit voorafgaand aan de tijdelijke opslag of definitieve berging.

Constance prijs: prijs in een bepaald basisjaar bv. 1990. Door economische parameters (bv. BBP, bruto toegevoegde waarde, productiewaarde) te berekenen in constante prijzen wordt het effect van inflatie en prijschommelingen weggewerkt.

CT-scan: *Computed Tomography scan*. radiodiagnostische techniek waarbij het beeld met behulp van een computer wordt berekend uit een veelheid van radiologische projecties.

Cyclodiënen: groep organochloorbestrijdingsmiddelen waaronder aldrin, dieldrin, endrin, chloordaan, heptachloor en endosulfan.

D

Demersale vissoort: bodembewonende vissoort, hiertoe behoren onder meer: kabeljauw, koolvis, pollak, wijting, schol, schar, tong, rog en zeewolf.

Denitrificatie: de omzetting door micro-organismen van nitraatstikstof naar stikstofgas (N₂) waarbij in sommige gevallen ook lachgas (N₂O) kan gevormd worden.

Depositie: hoeveelheid van een stof of een groep van stoffen die uit de atmosfeer neerkomen in een gebied, uitgedrukt als een hoeveelheid per oppervlakte-eenheid en per tijdseenheid (bv. 10 kg SO₂/ha.j).

Diagnostisch referentieniveau: dosisniveau in de medische radiodiagnostiek dat voor een patiënt van standaardafmetingen en voor standaardprocedures niet zou mogen worden overschreden wanneer ten aanzien van diagnostische en technische prestaties goede en normale praktijken in acht worden genomen (voor nucleaire geneeskunde betreft het de hoeveelheid radiofarmacon).

Dioxine: groep van 75 gechloteerde dibenzo(p)dioxines en 135 gechloteerde dibenzofuranen die worden gevormd bij de onvolledige verbranding van organisch materiaal in aanwezigheid van een chloorbron.

Directe Materialen Input (DMI): de cumulatieve massa aan grondstoffen die worden ingezet in de economie van een land.

Dirty 17: som van de 17 toxische 2,3,7,8-chloorgesubstitueerde dibenzo(p)dioxines en dibenzofuranen. Deze som wordt

uitgedrukt in TEQ (toxicologisch equivalent) waarbij elke individuele component een toxicologische equivalentiefactor (TEF) krijgt toegekend tussen 0,001 en 1.

DNA: erfelijk materiaal, aanwezig in de kern van elke lichaamscel, dat bestaat uit fosfaateenheden, desoxyribose (suikers) en basen. Deze basen bevatten de code die de levensfuncties doorgeven aan de nieuwe ontstane cellen.

Dobson Eenheid (DE): de dikte van de ozonlaag op een bepaalde plaats is de dikte van de laag die overblijft als alle ozon uit de verticale kolom doorheen de atmosfeer boven die plaats onder een druk van 1 atmosfeer (1 013 hPa) gebracht wordt bij 0 °C. De dikte wordt uitgedrukt in Dobson Eenheden (DE), waarbij 1 DE gelijk is aan 0,01 mm ozondikte zoals hiervoor gedefinieerd of $2\ 686 \cdot 10^{20}$ moleculen per m².

Doelgroep: marktactor en -activiteit met een belangrijk aandeel in de milieu-problemen en ook in het oplossen daarvan; de overheid kan de doelgroep sturen via instrumenten. In MIRA-T rapporten worden volgende doelgroepen onderscheiden: bevolking, industrie, energie, landbouw & visserij, verkeer & vervoer, handel & diensten, toerisme & recreatie.

Doelstelling: expliciete formulering van wat moet worden gerealiseerd binnen zekere termijnen.

DPSI-R-keten: milieuverstoringsketen, analytische structuur die de oorzaak en gevolgen van de milieuverstoring in beeld brengt. DPSI-R staat voor Driving Forces (maatschappelijke activiteiten), Pressure (druk), State (toestand), Impact (gevolgen) en Respons (beleidsrespons). De milieuraapportering door het Europees Milieuagentschap, OESO, MIRA en anderen gebeurt aan de hand van deze keten.

Driewegkatalysator: een toestel geplaatst tussen motor en uitlaat om tot naverbranding van de uitlaatgassen te komen en zo de vervuilende emissies te beperken.

Duurzaam toerisme: vorm van toerisme die zowel mens, milieu en de lokale cultuur van de gastregio respecteert en resulteert in een kwaliteitsverbetering waar alle betrokken partijen baat bij hebben.

Duurzame ontwikkeling: ontwikkelingsmodel dat voorziet in de behoeften van de huidige generaties, zonder de mogelijkheden van de toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien in het gedrang te brengen.

E

Echografie: onderzoek dat gebruik maakt van teruggekaatste ultrasone geluidsgolven om beelden te maken.

Eco-efficiëntie: vergelijking van de milieudruk die een sector/regio teweegbrengt (emissie, brongebruik) met een activiteitenindicator van deze sector/regio (productie, volume, bruto toegevoegde waarde ...). Een winst in eco-efficiëntie leidt slechts tot winst voor het milieu wanneer de druk ook in absolute cijfers daalt.

Ecosysteem: dynamisch (veranderend) complex van levensgemeenschappen van planten, dieren en micro-organismen en hun niet-levende omgeving, die in een onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen, bv. bossen, heides en soortenrijke graslanden.

Ecotoerisme: specifieke vorm van duurzaam toerisme die staat voor verantwoord reizen naar natuurlijke gebieden. Deze vorm van toerisme tracht het milieu zo goed mogelijk te bewaren en het welzijn van de lokale bevolking te ondersteunen.

Ecotoop: in essentie het kleinste mogelijke herkenbare landschapsonderdeel dat gekenmerkt wordt door een karakteristieke combinatie van abiotische (meso- of microklimaat, bodem, waterhuishouding, ontstaan, historie) en biotische (plantkundige, vegetatiekunde, dierkundige) eigenschappen.

Ecotoxicologisch: wat betreft de toxische effecten op organismen of ecosystemen.

Effectieve dosis: maat voor de gezondheidseffecten te wijten aan ioniserende straling beneden de drempelwaarden voor vroege effecten. Eenheid van effectieve dosis is de sievert (Sv).

Effluent: geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.

Eigen energiegebruik van de energie-sector: het deel van de energetische output dat de sector zelf gebruikt bij het omzetten van de ene energievorm naar de andere (bv. de geproduceerde raffinaderijgassen die de raffinaderijen zelf gebruiken om ruwe aardolie om te zetten naar o.a. benzines).

Eigen Materialen Consumptie (EMC): de cumulatieve massa aan grondstoffen die worden ingezet in de economie van een bepaald land verminderd met de export.

Elektrisch veld: het elektrisch veld op een bepaald punt veroorzaakt een kracht op een lading die zich in dat punt bevindt. Deze kracht is evenredig met de grootte van het elektrisch veld en de grootte van de lading.

Emissie: uitstoot of lozing door een bron van stoffen, golven of andere verschijnselen, meestal uitgedrukt als een hoeveelheid per tijdseenheid.

Emissiefactor: coëfficiënt die de activiteitsgegevens relateert aan een hoeveelheid van een chemisch product. Dit product is de bron van latere emissies. Een emissiefactor is dikwijls gebaseerd op een staal van berekende data, waarvan het gemiddelde wordt genomen om een representatieve emissiefactor te ontwikkelen. Deze geldt voor een gegeven activiteit onder een gekende set van operationele condities.

Emissierecht: indien een land een grotere emissiereductie heeft gerealiseerd dan opgelegd, dan kan het overschot verhandeld worden aan landen die hun doelstelling niet halen.

End-of-pipe-techniek: zuiveringstechniek die wordt toegepast aan het einde van de productieketen.

Energieprestatienormering: legt een bovengrens op aan het jaarlijkse energiegebruik per m² woonoppervlakte en grijpt dus rechtstreeks in op het energiegebruik.

Energie-intensiteit: hoeveelheid bruto binnenlands energiegebruik per eenheid BBP uitgedrukt in constante prijzen van 1990.

Energieteelt: landbouwteelt bestemd voor het produceren van hernieuwbare energie bv. wilgenhakhout, koolzaad.

Energieverlies: energie die verloren gaat bij de omzetting van de ene energievorm naar een andere energievorm waarbij de fysische toestand van de energiedrager die men transformeert verandert (bv. warmteverliezen uit de koeltoren bij de omzetting van steenkool naar elektriciteit) en verliezen bij het transport en de distributie.

Epidemiologie: wetenschap die de verdeling van ziekte en ziektedeterminanten binnen een populatie in tijd en ruimte bestudeert.

Essentiële toepassing: gebruik van een gereguleerde stof in een toepassing is essentieel als zij enerzijds nodig is voor de gezondheid, veiligheid of van fundamenteel belang is voor het functioneren van de maatschappij en er anderzijds geen technisch en economisch haalbare alternatieven of vervangende stoffen beschikbaar zijn die vanuit het oogpunt van milieu- en gezondheidszorg aanvaardbaar zijn.

Excretie: dierlijke mestproductie.

Externaliteiten: in MIRA-T 2003 enkel negatieve externaliteiten. Ongewenste neveneffecten van maatschappelijke activiteiten die schade berokkenen aan andere personen, gewassen, gebouwen, materialen, ecosystemen ... Veel van deze ongewenste effecten hebben met het milieu te maken.

Externe gezondheidskosten: schadekosten aan de gezondheid die verbonden zijn aan negatieve externaliteiten.

Externe kosten: schadekosten verbonden aan negatieve externaliteiten. Deze worden meestal niet (voldoende) via het prijsmechanisme in rekening gebracht en bijgevolg afgewenteld op de maatschappij, andere landen of toekomstige generaties.

F

F-gassen: groep van gefluoreerde broeikasgassen, bestaande uit HFK's, PFK's en SF₆.

Factor 4: de productiviteit of de efficiëntie bij het gebruik van grondstoffen moet verviervoudigen tegen 2020. Het resultaat van deze toename in productiviteit is een verdubbeling van de welvaart op wereldschaal met tegelijkertijd een halvering van de milieudruk. Voor de geïndustrialiseerde landen moet de factor 4-benadering geïnterpreteerd worden als een vermindering van het gebruik van grondstoffen en energie met een factor 4, terwijl het huidige welvaarniveau gelijk blijft.

Factor 10: de 'factor 10 Club' is een organisatie met vertegenwoordigers uit verschillende industriële landen die stelt dat voor de geïndustrialiseerde landen een vertienvoudiging van de grondstoffenproductiviteit in een periode van 50 jaar binnen de mogelijkheden van het onderzoek en de technologie liggen, mits de nodige politieke en institutionele veranderingen.

Flexibiliteitsmechanisme: de groepering van (1) emissierechtenhandel; (2) *joint implementation* of JI, het verdienen van emissierechten door het uitvoeren van emissiereducerende maatregelen in een ander industrieland; en (3) *clean development mechanism* of CDM, het verdienen van emissierechten door het uitvoeren van emissiereducerende maatregelen in een ander niet-industrieland.

Fossiele brandstoffen: steenkool, aardolie, aardgas en hun afgeleide producten.

FOST Plus: erkend organisme dat instaat voor de terugnameplicht van verpakkingsafval van huishoudelijke oorsprong.

Fotochemische luchtverontreiniging: verontreiniging van de omgevingslucht met chemische stoffen als ozon (O₃), peroxyacetylnitraat, stikstofdioxide (NO₂), waterstofperoxide en andere stoffen die een oxiderende werking hebben.

G

Geïntegreerde teelt: landbouwproductiemethode met gecombineerde inzet van chemische en biologische bestrijdingsmiddelen, zodat het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen daalt, ook conform een specifiek lastenboek.

Genetisch gemodificeerd organisme: organisme waarin het genetisch materiaal is veranderd op een wijze die van nature niet mogelijk is. Daarbij wordt een extra eigenschap toegevoegd of worden bestaande eigenschappen gewijzigd.

Genotoxische stof: carcinogeen, stof die rechtstreeks of na omzetting in het menselijk lichaam een binding met het DNA kan aangaan. De ontstane reactieproducten kunnen leiden tot veranderingen in het DNA en chromosoomafwijkingen waardoor een lichaamscel zich ongeremd kan beginnen vermenigvuldigen. Carcinogenen kunnen dus bijdragen tot het ontstaan van kanker of de evolutie ervan versnellen.

Gescheiden rioleringsstelsel: dubbel stelsel van rioleringen of openluchtgreppels waarvan het ene stelsel bestemd is voor het opvangen en transporteren van afvalwater en het andere voor de afvoer van hemelwater.

Gevaarlijk afval: afvalstoffen die overeenkomstig Vlarea minstens aan één van volgende eigenschappen voldoen: ontplofbaar, oxiderend, (licht) ontvlambaar, irriterend, schadelijk, giftig, kankerwekkend, corrosief, infectueus, mutageen en/of ecotoxisch. Ze moeten in speciale inrichtingen verwerkt worden.

Gewasbeschermingsmiddel: actieve stof en preparaat ter bescherming en bewaring van planten en plantaardige producten tegen schadelijke organismen, ter beïnvloeding van de levensprocessen van planten en om ongewenste planten of plantendelen te doden. Deze omvatten bestrijdingsmiddelen gebruikt in de landbouw, voor de bescherming van kamerplanten, in tuinen, in openbaar groen en op sportterreinen.

Gewaserosiegevoeligheid: relatieve maat voor de erosiegevoeligheid van een bepaald type gewas of bodemgebruik waarbij een waarde van 0 aangeeft dat er onder dit bodemgebruik geen bodemerosie door water kan optreden en een waarde 1 dat onder dit bodemgebruik bodemerosie door water maximaal is, d.w.z. even intens als bij een volledig onbedekte (onbeschermde) bodem.

GISTI-programma: programma Gescheiden Inzameling Stimuleren, actie 20 van het Uitvoeringsplan Gescheiden Inzameling Bedrijfsafval van Kleine Ondernemingen waarbij de nadruk gelegd wordt op een sectorale benadering van de selectieve inzameling.

GMD-max8u: gemiddelde over een jaar van de hoogste 8-uursgemiddelde ozonconcentratie per dag.

Goede landbouwpraktijk: uitvoering van de landbouw met respect voor het milieu, maar die niet verder gaat dan wat wettelijk voorgeschreven is, eventueel vastgelegd in een code.

Graaddagen van een periode: verschil tussen de conventionele binnentemperatuur van een dag, opgeteld voor elke dag van een periode (bv. een jaar). Via de graaddagenmethode kan de klimaatinvloed op het energiegebruik worden uitgeschaald. De 15/15 graaddagenmethode hanteert een conventionele binnentemperatuur van 15 °C; de dagelijkse gemiddelde buitentemperatuur die het begin en het einde van het stookseizoen bepaalt, bedraagt eveneens 15 °C.

Grenswaarde: waarde die wettelijk niet overschreden mag worden. Een overschrijding van deze waarde moet aanleiding geven tot het treffen van maatregelen.

Groenafval: composteerbaar organisch afval dat in tuinen, plantsoenen, parken en langs wegbermen vrijkomt bij particulieren, groendienstten, tuinaannemers ...

Groenbedekker: gewas dat in hoge mate de bodem bedekt met bladeren om de periode tussen het oogsten van een gewas en het zaaien van het volgende gewas te overbruggen; voorbeelden zijn klaver, luzerne en alfalfa.

Groene stroom: elektriciteit opgewekt door gebruik te maken van hernieuwbare energiebronnen.

Grond/terrein: gebied waarvan de grenzen worden bepaald door eigendomsrechten of andere geografische en/of fysische grenzen.

H

Halonen: volledig gehalogeneerde koolwaterstofmoleculen die minstens één broomatoom bevatten. Deze producten worden voornamelijk gebruikt als brandbestrijdingsmiddel.

HCFK (gehydrogeneerde chloorfluorkoolwaterstof): 'zachte' CFK's, met waterstof naast de andere elementen van de structuurformule. Ze zijn minder persistent dan CFK's en hebben een gering ozonafbrekend vermogen.

HCOV (hydrogeologische codering Vlaanderen): zuiver hydrogeologische codering die hiërarchisch is opgebouwd voor het volledige grondgebied van het Vlaamse Gewest. HCOV is numeriek en bestaat uit drie niveaus van detail, namelijk de hydrogeologische hoofd-, sub- en basis-eenheden.

Hergebruik: het opnieuw aanwenden van producten en materialen in het afvalstadium voor hetzelfde doel of voor een

soortgelijk doel als waarvoor zij oorspronkelijk bestemd waren.

Hernieuwbare energiebron: energiebron waarvan de gemiddelde jaarlijkse energie-output voor onbepaalde tijd kan worden gehandhaafd.

Historische bodemverontreiniging: verontreiniging die tot stand gekomen is vóór de inwerkingtreding van het bodemsaneringsdecreet (voor 29 oktober 1995).

Historische visrechten: zijn vastgelegd in het gemeenschappelijk visserijbeleid en geven aan de lidstaten het recht om te vissen in gebieden waar ze al van oudsher visactiviteiten uitoefenen.

Huishoudelijk afval: alle afvalstoffen ontstaan door de normale werking van een particuliere huishouding en afvalstoffen die daarmee gelijkgesteld worden. Dit huishoudelijk afval bestaat uit selectief en niet-selectief ingezameld huisvuil, grofvuil en gemeentevuil.

Hybride voertuigen: voertuigen die uitgerust zijn met een verbrandingsmotor en een elektromotor, en die gedeeltelijk op elektrische energie rijden.

I

Ile bebouwing: toestand van bebouwing met een onvolledige bezetting van percelen, of met slechts een fractie van een hectare bezet met dicht bebouwd weefsel.

Immunotoxiciteit: toxische werking van stoffen op het immuun- of afweersysteem.

Incidentiecijfer: aantal nieuwe gevallen van een ziekte in verhouding tot een populatie binnen een bepaalde tijd, of de frequentie waarmee een bepaalde ziekte zich voordoet in een populatie gedurende een bepaalde tijd.

Index voor biotische integriteit (IBI) - vis-index: index waarmee de ecologische kwaliteit van een meetplaats beoordeeld kan worden. De index is gebaseerd op een

geïntegreerde benadering van de analyse van de aanwezige visbestanden. De quotering gebeurt op basis van verschillende parameters (bv. aantal soorten, rekrutering) waarvoor grenswaarden vastgelegd zijn, dit om scores per parameter te kunnen toekennen. De som van de scores geeft de IBI.

Indicator: een grootheid (een variabele) weergegeven binnen een context. De indicator krijgt een betekenis door de context voor te stellen in de vorm van (historische of natuurlijke) referentiewaarden en/of van doelstellingswaarden. Een indicator in MIRA duidt aan, verwijst naar en/of informeert over activiteiten, toestanden, verschijnselen en andere in het milieu.

Influent: ongezuiverd afvalwater dat op een afvalwaterzuiveringsinstallatie binnenkomt.

Ingeperkt gebruik van GGO's: gebruik van GGO's in een besloten milieu, zoals een laboratorium of reactor.

Instrument: middel/hefboom van de overheid om de doelgroepen te overtuigen, te verplichten, aan te zetten tot de uitvoering van een maatregel. Traditioneel worden volgende instrumenten onderscheiden: juridische instrumenten (vergunningen, decreten, verboden ...), economische instrumenten (heffingen, subsidies ...) en sociale instrumenten (convenanten, overeenkomsten, sensibiliseringsacties ...).

Integraal waterbeheer: methodiek om het watersysteem zodanig te beheren en te ontwikkelen tot het voldoet aan de doelstellingen van de ecologische functies en van de gebruiksfuncties of een optimalisatie van functies.

Internalisering van externe kosten: mate waarin de schadekosten verbonden aan negatieve externaliteiten aangerekend worden aan de veroorzakers.

Ioniserende straling: straling die in de materie ionisatie veroorzaakt. Voorbeelden van ioniserende straling zijn alfa-, beta-, gamma- en röntgenstraling en neutronen.

J

Joint implementation (JI): een samenwerkingsverband tussen twee industrielanden. Het donorland investeert daarbij in projecten voor emissievermindering in het gastland, in ruil voor emissiekredieten. Deze kredieten mag het donorland dan optellen bij zijn eigen emissiequotum.

K

Kadastraal perceel: deel van een grond, aangegeven door een perceelnummer, zoals dit werd bepaald en gebruikt door de diensten van het Ministerie van Financiën.

Kaderrichtlijn Water: Europese Richtlijn 2000/60/EG tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.

Klimaatverandering: wijziging van het klimaat onder invloed van de verhoogde concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer. Die verhoogde concentratie zorgt voor een toename van de gemiddelde temperatuur op aarde met verschuiving van klimaatgordels en wijzigingen in extreme weersfenomenen tot gevolg. Kenmerken van klimaatverandering zijn het mondiaal karakter, de grote onzekerheden verbonden met de complexiteit van het proces, de terugkoppelingsmechanismen die de processen kunnen versterken, of afremmen, een potentieel voor belangrijke onomkeerbare schade, een lange verblijftijd van de gassen in de atmosfeer, een groot tijdsverschil tussen emissies en effecten en grote regionale variaties in oorzaken en zeker qua gevolgen.

Koolstofintensiteit: hoeveelheid energiegerelateerde CO₂-emissie per eenheid bruto binnenlands energiegebruik.

Korte vakantie: verblijf buiten de woning van 1 tot maximaal 3 overnachtingen om andere redenen dan beroepsdoeleinden, ziekte of overlijden van een familielid, verblijf in een hospitaal of kostschool.

Kritisch concentratieniveau: maximaal toelaatbare concentratie in de omgevingslucht voor een bepaald ecosysteem zonder dat er - volgens de huidige kennis - op lange termijn schadelijke effecten optreden.

Kritische last: maximaal toelaatbare depositie per eenheid van oppervlakte voor een bepaald ecosysteem zonder dat er - volgens de huidige kennis - op lange termijn schadelijke effecten optreden.

Kritische toepassing: toepassing van halonen behorende tot de bijlage VII van EG-verordening 2037/2000 over ozonafbrekende stoffen. Wat betreft methylobromide zal de Europese Commissie na 31 december 2004 bepalen welke kritische toepassingen kunnen worden toegelaten (artikel 3.2 ii).

Kruisbevruchting: bevruchting van een plant met stuifmeel afkomstig van een andere plant.

Kustvisser: vaartuig met een vermogen van max. 221 kW, dat meestal minder dan 24 uur op zee is. De visactiviteiten beperken zich tot het gebied binnen de 12-mijlszone (territoriale zee).

Kwetsbare zone (Nitraatrichtlijn): gebied afgebakend in uitvoering van de Nitraatrichtlijn waarbinnen specifieke maatregelen moeten worden genomen om nitraatverontreiniging vanuit landbouw te voorkomen.

Kyoto-protocol: overeenkomst tussen de partijen van het Klimaatverdrag, waarin per partij (land) een emissiereductiedoelstelling wordt opgelegd.

L

Ladder van Lansink: hiërarchie in de afvalverwerking met bovenaan de meest milieuvriendelijke verwerking: hergebruik, recyclage/compostering, verbranden met energierecuperatie, verbranden en storten.

L_{aden} : L_{Aeq} gepenaliseerd met 10 dB voor de nachturen en 5 dB voor de avonduren, komt tegemoet aan de behoefte aan rust tijdens de avond en de nacht.

L_{Adn} : A-gewogen dag-nacht geluidsniveau, een gewogen sommatie van het geluidsdrukniveau overdag en het geluidsdrukniveau 's nachts waarbij eerst bij de nachtwaarde 10 dB wordt opgeteld.

L_{Aeq} : A-gewogen equivalent geluidsdruk-niveau, energetisch gemiddeld niveau dat rekening houdt met frequentieafhankelijkheid van de gevoeligheid van het menselijk oor.

$L_{\text{Aeq, isec max}}$: maximale waarde van het L_{Aeq} bepaald per seconde, sluit zeer korte-termijnfluctuaties uit, is vergelijkbaar met gemeten L_{Amax} met trage tijdsmiddeling.

Lage NO_x -brander: type brander met lage NO_x -emissie. Het principe is veelal gebaseerd op een verlaging van de verbrandingstemperatuur, vermits stikstofoxiden vooral bij hogere temperaturen worden gevormd.

L_{Anight} : A-gewogen equivalent geluidsdrukniveau (L_{Aeq}) tijdens de nachtperiode. De nachtperiode kan wijzigen volgens de bron. Er zijn andere definities mogelijk voor wegverkeer, luchtvaart (23.00u tot 07.00u), spoorverkeer en industrie. Een Europese richtlijn poogt deze verscheidenheid te verkleinen maar slaagt daar niet volledig in.

Leasing voertuig: strikt genomen een voertuig dat wordt gehuurd op lange termijn. Dit dient evenwel ruimer geïnterpreteerd te worden omdat het vaak meer de eigenschappen van een financiering dan van een huur heeft.

Lopende prijs: prijs in het beschouwde jaar.

LRTAP (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution): Conventie van Genève (1979) over de grensoverschrijdende transporten van luchtverontreiniging in het kader van de UNECE.

M

Maatregel: een maatregel verandert fysieke grootheden. Een maatregel kan door de overheid genomen worden of door de doelgroep. Voorbeelden van maatregelen door de overheid zijn aanleg van rioleringen, de inzameling van afvalstoffen. Voorbeelden van maatregelen door de doelgroepen zijn technische innovaties die een bedrijf neemt om uitstoot van schadelijke stoffen te voorkomen, het plaatsen van een katalysator, recyclage van afval.

Magnetisch veld: het magnetisch veld op een bepaald punt veroorzaakt een kracht op een lading in beweging (stroom) op dat punt. Deze kracht is evenredig met de grootte van het magnetisch veld, de grootte en snelheid van de bewegende lading.

Magnetische resonantie: onderzoek dat gebruik maakt van magnetische velden om beelden te maken.

MAMBO (Minder Afvalstoffen Meer BedrijfsOpbrengst): een softwarepakket dat toelaat de totale afvalkosten van een bedrijf in kaart te brengen en de baten van investering in afvalpreventie te berekenen.

MAP-meetnet: VMM-meetnet om de kwaliteit van het oppervlaktewater te evalueren in functie van de landbouwkundige activiteit, in uitvoering van het Mest-decreet, uitgebouwd in 1999.

Marginale milieuschadeprijs: extra milieuschadeprijs ten gevolge van de toename van de activiteitsindicator met een eenheid. In verband met wegverkeer spreekt men soms van de marginale externe kosten aangezien niet alle externe kosten met milieu te maken hebben (bv. fileproblemen).

Marktprijs: prijs aan de producent betaald door de koper.

Materiaalproductiviteit: slaat op de efficiëntie waarmee grondstoffen gebruikt worden, uitgedrukt als BBP/grondstof of

het aantal eenheden BBP die worden gerealiseerd per eenheid gebruikte grondstoffen. Dit is ook het omgekeerde van de materiaalintensiteit.

MBTE: methyltertiairbutylether, vluchtige organische stof die wordt toegevoegd aan benzine als antiklop middel.

Mediaanwaarde: meetwaarde waarbij, als een verzameling meetwaarden naar opklimmende grootte gerangschikt zijn, er precies evenveel meetwaarden groter als kleiner zijn dan deze meetwaarde.

Mengmelk: mengsel van melk afkomstig van meerdere melkveebedrijven.

Mestverwerking: het behandelen van dierlijke mest en andere organische meststoffen, zodat ze ook buiten de Vlaamse landbouw bruikbaar zijn. Daartoe moet de mest worden omgevormd tot een beter verhandelbaar product dat bij voorkeur vrij is van geur en ziektekiemen, gemakkelijk vervoerbaar is en retourvrachten mogelijk maakt.

Metaalequivalenten: om rekening te houden met de ecotoxiciteit van zware metalen wordt een som van zware metalen gemaakt waarbij de hoeveelheid van een zwaar metaal wordt vermenigvuldigd met een factor. Voor Pb, Cr en As is deze factor 1, voor Ni 2, voor Zn en Cu 5, voor Cd 10 en voor Hg 40.

Milieugerelateerde belasting: belasting waarvan de belastingsbasis een bewezen, negatieve impact heeft op het milieu. Ook de energie- en transportbelastingen worden hierbij gerekend. Betalingen aan de overheid waarbij er een dienst verbonden is aan de betaling (retributies) – zoals bij afvalophaling – worden uitgesloten. Ook de BTW wordt niet meegerekend.

Milieuschadeprijs: externe milieukosten; schadeprijs ten gevolge van ongewenste neveneffecten van maatschappelijke activiteiten op het milieu. In MIRA-T 2003 hebben deze betrekking op luchtvervuiling, klimaatverandering en/of geluid.

MINA-fonds: Milieu- en Natuurfonds; het fonds beheert het merendeel van de middelen welke door de Vlaamse overheid ingezet worden voor een verbetering van de milieu- en natuurkwaliteit in het Vlaamse Gewest.

MINA-plan: Vlaams milieubeleidsplan voor een periode van 5 jaar.

Modus: vervoerwijze, zoals het zich verplaatsen met een personenwagen, motorrijwiel, fiets, autobus, trein, schip, vliegtuig ... of te voet gaan.

N

NACE-BEL: Belgische versie van de activiteiten codering NACE Rev.1, die werd opgesteld door het Bureau voor de Statistiek van de Europese Gemeenschap (Eurostat). De NACE Rev.1 is een herziening van de NACE-1970 (*Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes* – Algemene systematische bedrijfsindeling in de Europese Gemeenschap).

NEM-richtlijn: Europese Richtlijn Nationale Emissiemaxima (2001, 2001/81/EG) met als doel de luchtmissies van verzurende, vermistende en ozonvormende stoffen te beperken. In die richtlijn worden aan de EU-15 lidstaten maximale emissieplafonds opgelegd voor de 4 gasvormige pollutanten SO₂, NO_x, NMVOS en NH₃. Die zijn strenger dan de emissiemaxima van het Göteborg-protocol.

NET60_{ppb}-max8u: aantal dagen per kalenderjaar waarop de hoogste 8-uursgemiddelde ozonconcentratie van die dag groter is dan 120 µg/m³.

Niet-energetisch eindgebruik van energiedragers: verbruik van energiedragers als grondstof voor het aanmaken van andere producten (bv. aardgas voor kunstmestproductie) of verbruik voor niet-energetische doeleinden (bv. verbruik als smeermiddel).

Niet-ioniserende straling: straling waarvan de energie te zwak is ionisatie te ver-

oorzaken. Dit zijn alle golven met een frequentie kleiner dan 3 PHz of een energie kleiner dan 12,4 eV.

Nitraatrichtlijn: Europese Richtlijn 91/676/EEG ter bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.

Nitrificatie: proces waarbij ammonium door micro-organismen tot nitraat geoxideerd wordt. In een eerste stap zet *Nitrosomas* ammonium om tot nitriet, daarna zet *Nitrobacter* deze stof weer om in nitraat. Dit aërobe proces kan zowel plaatsvinden in de bodem als in het oppervlaktewater.

No Observed Effect Concentration (NOEC): de hoogste concentratie waarbij geen nadelige effecten worden waargenomen (toxicologie).

Noordzeeconferentie: internationale conferentie over de bescherming van de Noordzee.

Normaalneerslag: gemiddelde neerslag over een periode van 30 jaar.

Nutriënt: (planten)voedingsstof waaronder stikstof, fosfor en kalium.

O

Offline correlatie: toewijzing van geluidsevents aan het vliegverkeer waarbij geen rekening wordt gehouden met radargegevens wegens onvolledige radardekking voor een aantal meetposten (in tegenstelling tot online correlatie).

Ontkoppeling: treedt op wanneer de groeisnelheid van een drukindicator lager is dan de groeisnelheid van een economische indicator uitgedrukt in constante prijzen. De ontkoppeling is absoluut als de groei van de drukindicator nul of negatief is. De ontkoppeling is relatief als de groei van de drukindicator positief is, maar minder groot dan die van de economische indicator.

Oriënterend bodemonderzoek (OBO): bodemonderzoek dat antwoord geeft op de vraag of er ernstige aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van bodemverontreiniging op bepaalde gronden. Het houdt een beperkt historisch onderzoek en een beperkte monsterneming in.

Orthofosfaat: verzamelnaam voor in water opgeloste fosfaten die dus beschikbaar zijn voor opname door organismen.

OSPAR: conventie ter bescherming van het mariene milieu van de Noord-Oost Atlantische zone. Genoemd naar de conventie van Oslo en Parijs.

Outcome: resultaat van beleidsvoering, in de zin van verandering van gedrag van de doelgroepen.

Output: prestaties en producten van de overheid.

Ozonafbrekend vermogen: numerieke indicatie van het vermogen van een chemisch product om ozon te vernietigen. Het ozonafbrekend vermogen wordt kwantitatief uitgedrukt aan de hand van een ODP-waarde (*Ozone Depletion Potential*).

Ozonafbrekende stof: stof vermeld in bijlage 1 van EG-verordening 2037/2000; stof waarvan algemeen wordt aangenomen dat het in staat is ozon in de stratosferische luchtlagen af te breken; we onderscheiden CFK's, HCFK's, HBFK's, halonen, tetrachloorkoolstof, methylbromide en 1,1,1-trichloorethaan.

Ozonepisode: opeenvolgende dagen waarop er verhoogde ozonconcentraties in de omgevingslucht voorspeld of gemeten worden, waarbij de kans bestaat dat op minstens één meetplaats de EU-drempel voor de verwittiging van de bevolking ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 1 uur) overschreden kan worden.

Ozonflux: hoeveelheid ozon die per eenheid van oppervlakte en tijd afgezet wordt ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$).

P

Paaistand: volwassen deel van een visbestand, ook de paaibiomassa genoemd. Het geeft de gezamenlijke biomassa van alle vissen weer die in bepaald jaar zullen paaïen.

Parafiscale arbeidslasten: sociale bijdragen op arbeid. De fiscale arbeidslasten zijn de belastingen op arbeid.

Peilput: constructie om de grondwaterstand of stijghoogte van het grondwater te meten.

Pelagische vissoort: vissoort voorkomend in de waterkolom, dus niet geassocieerd met de bodem, hiertoe behoren onder meer haring en makreel.

Persistent: niet of zeer moeilijk afbreekbaar.

Personenkilometers: totaal aantal kilometers binnen een zekere tijd afgelegd door alle personen die zich met een bepaalde categorie van vervoermiddelen verplaatsen.

pH: zuurtegraad, gemeten aan de hoeveelheid waterstofionen. De negatieve logaritme van de hoeveelheid waterstofionen varieert tussen 0 en 14. Tussen elke eenheid ligt een 10-voudig verschil, hoe hoger de pH, hoe groter het aantal waterstofionen. pH 7 is neutraal, pH < 7 is zuur en pH > 7 is basisch.

PM₁₀: stofdeeltjes met een aërodynamische diameter kleiner dan 10 µm.

PM_{2,5}: stofdeeltjes met een aërodynamische diameter kleiner dan 2,5 µm.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's): verzamelnaam van enkele honderden organische stoffen die verschillende benzeenringen als basisstructuur hebben. De meest bekende en tegelijk ook de meest toxische uit de reeks is benzo(a)pyreen.

Populatie: groep van organismen van dezelfde soort die samen voorkomen in een bepaald gebied.

Prati-index voor zuurstofverzadiging (PI_O): index die toelaat om gemeten zuurstofwaardes om te rekenen naar een kwaliteitsindex en zo in kwaliteitsklassen in te delen. Deze index wordt ongunstig beïnvloed zowel bij zuurstofgebrek (veroorzaakt door microbiële afbraak van verontreiniging) als bij zuurstofoververzadiging (ontstaat bij wierbloei van microscopische algen als gevolg van een overaanbod aan nutriënten, ook eutrofiëring genoemd).

Precursor: voorloperstof, stof waaruit fotochemische luchtverontreiniging ontstaat door inwerking van zonlicht.

PRESTI (PREventieSTimuleringsprogramma): preventieprojecten om de verschillende sectoren te stimuleren tot preventie van afvalstoffen. Dit gebeurt door informatieverstrekking, subsidies en demonstraties.

Prevalentiecijfer: verhouding tussen het aantal gevallen van een ziekte in een populatie op een bepaald tijdstip en de populatie waarin deze gevallen zich voordoen.

Primair afval: afval op het moment dat een product voor het eerst afval wordt, namelijk bij de eerste producent.

Primair energiegebruik: bruto energiegebruik; hoeveelheid energie die een geografische entiteit nodig heeft om gedurende de bestudeerde periode aan de vraag naar energie te kunnen voldoen. Het primair energiegebruik is gelijk aan de som van de primaire energieproductie en de netto-invoer van energie.

Primaire energiebesparing: de relatieve besparing van het primair energiegebruik t.o.v. de normale evolutie ervan in een *business as usual*-scenario. De netbeheerders moeten een primaire energiebesparing realiseren die gelijk is aan 1 % van het aantal kWh dat twee jaar voorheen aan de hoog- en laagspannings-

afnemers geleverd werd. Concreet wordt de primaire energiebesparing berekend door de gerealiseerde vermindering in het eindgebruik van elektriciteit te vermenigvuldigen met de omzettingfactor 2,5.

Primair stof: stof dat rechtstreeks uitgestoten wordt in de atmosfeer door verschillende bronnen.

Primaire grondstof: grondstof die rechtstreeks wordt onttrokken aan de natuur.

Producten van onvolledige verbranding (POV's): chemische producten die ontstaan in een verbrandingsproces door zuurstoftekort en/of door een slechte procesvoering (bv. koolstofmonoxide, PAK's, dioxines).

Productie-index: conjunctuurindicator die de evolutie van de industriële productie registreert. De productie-index wordt samengesteld door het NIS aan de hand van maandelijks enquêtes over inputgegevens (inzet van arbeid, energie en grondstoffen) en outputgegevens (productiewaarde, waarde van leveringen, productie in hoeveelheid per product). De enquêtes zijn verplicht voor alle bedrijven met tenminste 10 werknemers of met een omzet van minstens 2,5 miljoen euro.

Protocol van Göteborg (1999): 8^e protocol van de UNECE *Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, waarin voor de bestrijding van verzuring, vermisting en troposferische ozonreducties tegen 2010 vastgelegd werden van de nationale emissies van SO₂, NO₂, NH₃ en NMVOS.

Protocol van Montreal: protocol afgesloten in 1987 dat volgde op het Verdrag van Wenen uit 1985, waarin werd gesteld dat de stratosferische ozonlaag dient te worden beschermd tegen negatieve effecten van het menselijke handelen. Het Protocol werd gewijzigd en aangepast te Londen in 1990, te Kopenhagen in 1992, te Wenen in 1995, en te Montreal in 1997. De chemische producten die in het Protocol voornamelijk werden gereguleerd zijn de gechloreerde en/of gebromeerde fluorkoolwaterstoffen.

R

Radioactiviteit: fysisch verschijnsel, waarbij onstabiele atoomkernen vervallen. Deze desintegraties gaan gepaard met het uitzenden van ioniserende stralingen. De eenheid van activiteit is de becquerel (Bq).

Radiofarmacon: radioactief product dat gebruikt wordt in de geneeskunde voor diagnostische of therapeutische doeleinden.

Radionucleïde: instabiele nucleïde (atoomkern) die spontaan ioniserende straling of deeltjes uitzendt, waarbij het element van massa en/of atoomnummer verandert. Er zijn natuurlijke en kunstmatige radionucleïden.

Radon: radioactief edelgas uit de natuurlijke uraniumreeks.

Rationeel energiegebruik (REG): het leveren van energiediensten (verlichting, drijfkracht, enz.) met een minimum aan energiegebruik en met de energievorm van de laagste kwaliteit die nog volstaat.

Recreatie: geheel van gedragingen die men in de vrije tijd vrijwillig onderneemt of ondergaat, waarvan verondersteld wordt dat ze primair gericht zijn op het bevredigen van de eigen verlangens naar ontspanning als levensactiviteit.

Recupel: vzw die dankzij de steun van de verschillende gewesten werd opgericht door de producenten en de invoerders van elektrische en elektronische apparatuur. De missie van Recupel is het organiseren van de ophaling, de verwerking en de recyclage van oude elektrische en elektronische toestellen in België.

Recyclage: terugwinnen van grondstoffen uit afvalstoffen en het inzetten ervan in een productieproces, als gehele of gedeeltelijke vervanging van primaire grondstoffen.

Recyclageresidu: fractie van het afval die, nadat het een sorteer- of recyclage-inrichting gepasseerd is, niet voor recy-

clage in aanmerking komt en gestort of verbrand moet worden.

Register van verontreinigde gronden: bevat alle gronden waarvoor reeds een bepaalde graad van verontreiniging werd vastgesteld. Een grond wordt opgenomen in het register indien uit een oriënterend bodemonderzoek blijkt dat de concentratie van één of meer parameters hoger ligt dan 80 % van de bodemsaneringsnorm voor die parameter binnen het bestemmingsstype II (i.e. landbouw).

Relatief risico (RR): incidentie van de ziekte in de blootgestelde groep gedeeld door de incidentie van de ziekte in de niet-blootgestelde groep.

Retributie: betaling voor diensten door of in opdracht van een overheid, verschuldigd in rechtstreeks verband met het gebruik dat men ervan maakt.

Richtlijn (Europese): besluit dat bindend is voor de lidstaten wat betreft een in de richtlijn uitgedrukt te bereiken resultaat. De lidstaten zijn vrij de vorm en middelen te bepalen nodig om aan de richtlijn te voldoen. Bij niet naleving kan de Commissie een procedure inzetten krachtens art. 226 (ex. art. 169).

Richtwaarde: beleidsmatig na te streven milieukwaliteitsdoelstelling met opgave van tijdstippen voor de realisatie.

Risicoactiviteit: activiteit die mogelijk aanleiding geeft tot (puntbron)bodemverontreiniging. We maken hierbij een onderscheid tussen economische risico-activiteiten, zijnde alle activiteiten zoals opgenomen in bijlage 1 van het Vlarebo, en particuliere risicoactiviteiten, zijnde activiteiten met mogelijke aanleiding tot (puntbron)bodemverontreiniging door gezinnen.

Risicogrond: grond waarop een inrichting gevestigd is of was of waarop een activiteit wordt of werd uitgeoefend, die opgenomen is in de lijst van inrichtingen en activiteiten die bodemverontreiniging kunnen veroorzaken. Deze lijst is als bijlage 1 bij het Vlarebo gevoegd.

Robinsonlijst: lijst waarin men zijn adresgegevens kan laten opnemen om te voorkomen dat men nog geadresseerde reclame toegezonden krijgt.

Rode Lijst: overzicht voor een bepaald gebied van bedreigde soorten, opgesteld volgens specifieke criteria en ingedeeld in meerdere categorieën (bv. 'uitgestorven in Vlaanderen', 'zeldzaam', 'bedreigd').

Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV): beleidsdocument, gepubliceerd in 1997, dat het kader aangeeft voor de gewenste ruimtelijke structuur in Vlaanderen. Het geeft een langetermijnvisie op de ruimtelijke ontwikkeling en is erop gericht samenhang te brengen in de voorbereiding, de vaststelling en de uitvoering van beslissingen die de ruimtelijke ordening aanbelangen. Het RSV heeft als tijdshorizon 2007 en omvat een aantal bindende bepalingen die van belang zijn voor o.a. het natuurbehoud.

S

Secundair afval: afval dat afkomstig is van de afvalverwerkende bedrijven (NACEBEL-activiteiten: 90.002-90.005: verzamelen, storten en verwerken van afval; 37.1-37.2: recuperatie van recycleerbaar metaalafval; 51.57: groothandel in afval en schroot). Er wordt hierbij geen onderscheid gemaakt tussen afval dat van elders afkomstig is en hier verwerkt wordt, en het afval dat voorkomt uit eigen activiteiten (zoals kantine of kantoor).

Secundair stof: stof dat ontstaat in de atmosfeer door chemische reacties uit gasvormige componenten.

Secundaire grondstof: afvalstof die als grondstof mag worden aangewend indien ze voorkomt op een limitatieve lijst en beantwoordt aan de voorwaarden inzake samenstelling en/of gebruiks-domein (als meststof of bodemverbeterend middel, bouwstof, bodem, smeer- of oplosmiddel en/of technische vloeistof, brandstof).

Sedimentaervoer: hoeveelheid sediment die door bodemerosie is geproduceerd en met het afstromend water in beken en rivieren terechtkomt.

Sinterinstallatie (sinterfabriek): installatie uit de ijzer- en staalnijverheid die in de staalproductieketen na de cokesfabriek en vóór de hoogoven geschakeld is. Bij het sinterproces wordt fijn ijzererts samen met cokes, additieven, schroot ... geagglomereerd tot grotere deeltjes met een grotere permeabiliteit (sinter).

Specifieke absorptie tempo (SAT): hoeveelheid elektromagnetische energie die per seconde en per eenheid massa wordt geabsorbeerd en (doorgaans volledig) omgezet wordt in warmte.

Splijtstofcyclus: verschillende stadia die nodig zijn voor de productie van elektriciteit via kernenergie.

Standstill-doelstelling: doelstelling om de omvang van een milieuprobleem op een gelijk niveau te houden.

Standplaatsverdroging: verdroging ter hoogte van de standplaats van de vegetatie.

Stijghoogte: hoogte van het grondwater in een peilput in een afgesloten watervoeerende laag.

Stock: cumulatieve massa aan infrastructuur en goederen die binnen de eigen omgeving voor het economisch proces aanwezig zijn. Afval behoort niet tot de stock.

Stortgas: gas ontstaan als resultaat van een verbinding van zuurstof met organisch afval, dat uit gestort vuilnis wordt gewonnen. Stortgas bestaat voor 60 % uit CH_4 en voor 40 % uit CO_2 .

Stratosfeer: atmosfeerlaag gelegen tussen een hoogte vanaf ongeveer 6 à 16 km (afhankelijk van de meteorologische omstandigheden) en ongeveer 50 km.

Streefwaarde: milieukwaliteitsdoelstelling waarbij geen nadelige effecten te verwachten zijn.

Subsidiariteitsprincipe of subsidiariteitsbeginsel: principe/beginsel dat bepaalt dat maatregelen die op een lager (lokaal) niveau kunnen genomen/uitgevoerd worden niet op een hoger (Europees, federaal) niveau moeten worden genomen/uitgevoerd.

Supplementariteitsprincipe: principe dat bepaalt dat binnenlandse maatregelen een significant onderdeel moeten uitmaken van de inspanning tot het naleven van verbintenissen. Financiering van maatregelen in andere landen (bv. door middel van flexibiliteitsmechanismen) mogen slechts aangewend worden als aanvulling op effectieve emissieredurende maatregelen in eigen land.

T

Terminaal te verwijderen huishoudelijk afval: fractie niet-selectief opgehaald huishoudelijk afval, die wordt gestort of verbrand.

Toerisme: verplaatsing naar en het tijdelijk verblijf van mensen in een andere dan de alledaagse leefomgeving bij wijze van vrijetijdsbesteding, voor persoonlijke ontwikkeling (bv. gezondheid) of bij de beroepsuitoefening.

Tonkilometers: aantal afgelegde kilometers per vervoerde ton met een bepaalde categorie van vervoermiddelen, vermenigvuldigd met het aantal ton vervoerde goederen.

Totaal toegestane vangsten (TTV): geeft de totale hoeveelheid weer die van een bepaalde visstock mag worden gevangen.

Totaal vruchtbaarheidscijfer (TVC): som van de leeftijdsspecifieke geboortecijfers. De leeftijdsspecifieke geboortecijfers van een bepaald jaar zijn gelijk aan het aantal geboorten bij moeders van een bepaalde leeftijd, gedeeld door het totaal aantal vrouwen van die leeftijd. Hun som, het totaal vruchtbaarheidscijfer of TVC kan geïnterpreteerd worden als het gemiddeld aantal kinderen dat een vrouw zou

krijgen bij onveranderlijke leeftijdsspecifieke geboortecijfers.

Totaalherbicide: niet-selectief herbicide.

Totale Materialen Behoeft (TMB): cumulatieve massa aan grondstoffen die aan de natuur worden onttrokken om ingezet te worden in de economie van een land, evenals de verborgen stromen die ermee gepaard gaan. TMB omvat zowel extractie van grondstoffen uit het binnenland als geïmporteerde grondstoffen.

Toxicokinetiek: omvat de absorptie, distributie en eliminatie van stoffen.

Toxicologie: bestudering van de schadelijke effecten van stoffen op levende organismen met als doel de risico's van blootstelling aan deze stoffen voor mens, dier en milieu te schatten en ongewenste effecten te beperken.

Transgeen: het resultaat dragend van een genetische modificatie.

Transitnummerplaat: nummerplaat toegekend aan een voertuig met een tijdelijke inschrijving bij de Directie voor de inschrijving van de voertuigen.

Troposfeer: atmosfeerlaag gelegen tussen het grondniveau en ongeveer 6 tot 16 km hoogte (afhankelijk van de meteorologische omstandigheden).

U

Uurgraden: product van het aantal uren met het aantal graden °C (eventueel boven een drempelwaarde bv. 25 °C).

UV-index: onbepaald getal dat berekend wordt door de effectieve UV-straling voor zonnebrand te delen door 25. De UV-index kan nooit kleiner zijn dan 0 en heeft eigenlijk geen bovenlimiet.

UV-straling (A, B, C): voor het oog onzichtbare straling met een golflengte tussen 200 en 400 nm (UV-A: 320-400 nm, UV-B: 280-320 nm en UV-C: 200-280 nm).

V

Vakantiecentrum: groepering van vaste verblijven onder de vorm van kamers, studio's, appartementen en/of bungalows, welke als een integraal geheel beheerd wordt. De verblijven zijn ofwel kwalitatief minder hoogwaardig ofwel kwalitatief hoogwaardig zonder architecturaal geheel. Stacaravans en chalets kunnen van het vakantiecentrum deel uitmaken voor zover ze minder dan de helft van het totale aantal vaste verblijven innemen. De verblijven worden tijdens het jaar voor korte periodes verhuurd aan toeristen en er wordt hierbij geen hotelservice verleend.

Vakantiedorp: architecturaal geheel van kwalitatief hoogstaande vaste verblijven onder de vorm van studio's, appartementen en/of bungalows. Het wordt beheerd als een integraal geheel met de bedoeling deze verblijven tijdens het jaar voor korte periodes te verhuren aan toeristen.

Val-I-Pac: organisatie die instaat voor de terugnameplicht van verpakkingsafval van bedrijfsmatige oorsprong.

Vangstbeperking: kwantitatieve beperking van de hoeveelheden van een visbestand of groep visbestanden die in een bepaalde periode wordt aangeland, tenzij in het Gemeenschapsrecht anders is bepaald.

Vegetatieve bedekking: bedekking van het bodemoppervlak door middel van stengels en bladeren waardoor de bodem beschermd wordt tegen regenval.

Veldbelasting: hoeveelheid elektrisch en/of magnetisch veld die in de omgevingslucht terechtkomt.

Verborgene Stromen (VS): grondstoffen die worden onttrokken en niet worden ingezet in de economie, maar wel een belasting van het milieu veroorzaken.

Verdieselijking: het toenemen van het aandeel dieselwagens in de vloot van personenwagens.

Vergroening van het belastingstelsel: wordt getypeerd door een belastingstelsel dat steeds meer rekening houdt met milieuaspecten, m.a.w. het belasten van milieuschadelijke activiteiten – overeenkomstig het principe ‘de vervuiler betaalt’ – met het oog op de realisatie van milieudoelen en de vermindering van de milieudruk.

Verloren gezonde levensjaren (DALY's): aantal gezonde levensjaren die een populatie verliest door ziekte. Het is de optelsom van de jaren verloren door sterfte aan de betreffende ziekte (verloren levensjaar) en de jaren geleefd met de ziekte, rekening houdend met de ernst ervan (ziektejaarequivalenten). Dit wordt uitgedrukt in *disability adjusted life years* of DALY's.

Vermesting: het aanrijken van bodem, water (oppervlakte- en grondwater) en lucht met nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) waardoor de ecologische processen en de natuurlijke kringlopen verstoord worden. Deze verstoringen kunnen aanleiding geven tot eutrofiëring van zoet en zout oppervlaktewater, verhoogde nitraatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, achteruitgang van biodiversiteit en een kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen, vervuiling drinkwatervoorraden.

Verzuring: gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht.

Vliegias: fijne as van de verbranding van afvalstoffen die wordt opgevangen bij het ontstoffen of een andere behandeling van de rookgassen.

Voertuigkilometers: totaal aantal kilometers afgelegd door een bepaalde categorie van vervoermiddelen binnen een zekere tijdsspanne.

Voorzorgsprincipe: men wacht niet op een wetenschappelijke consensus over het oorzakelijke verband tussen verontreiniging en effecten om een mogelijk

probleem aan te pakken, ernstige aanwijzingen zijn voldoende.

Vrije tijd: omvat de bezigheden die het individu vrijwillig onderneemt, hetzij om zich te ontspannen, zich te vermaken of om zich verder te ontwikkelen, nadat hij voldaan heeft aan zijn beroepsverplichtingen en aan zijn gezins- en sociale verplichtingen.

Vuilvracht: (a) hoeveelheid verontreinigende stof of zuurstofbindende stoffen welke per tijdseenheid geloosd wordt/worden; (b) hoeveelheid verontreinigende stof of zuurstofbindende stoffen die getransporteerd wordt/worden in een open of gesloten leiding (bv. riool) of een waterloop.

W

Wachtbekken: kunstmatig aangelegd bekken, gedeeltelijk of geheel bedijkt, dat dient voor de tijdelijke opvang van overtollig afstromend water om zodoende overstromingen te vermijden of hun gevolgen te reduceren.

Warmtekrachtkoppeling (WKK): gelijktijdige omzetting van een energiestroom in kracht (mechanische energie) en warmte (thermische energie) met een nuttige bestemming. Afhankelijk van het proces en de bestemming wordt de warmte op verschillende temperatuurniveaus geleverd. De kracht drijft doorgaans een generator voor elektriciteit aan, of soms rechtstreeks een machine (pomp, compressor ...).

Waterbodem: bodem van een oppervlaktewaterlichaam die altijd of een groot deel van het jaar onder water staat.

Watersysteem: geografisch afgebakend, samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, waterbodems, grondwater, oevers en technische infrastructuur met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijhorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen.

Werkingscapaciteit: verhouding tussen de gemiddelde stroom in een hoogspanningslijn en de maximale stroom die gedurende een periode (bv. een jaar) geregistreerd werd.

Z

Zeeday: voor schepen die reizen maken van meerdere dagen is in principe de duur van 1 kalenderdag op zee gelijk aan 1 zeedag. Afhankelijk van de soort visserij wordt hiervan afgeweken.

Zonnebrandactiespectrum: verloop van de gevoeligheid van de huid voor zonnebrand als functie van de golflengte.

Zuiveringsgraad: percentage van de bevolking waarvan het afvalwater in een RWZI gezuiverd wordt.

Zuiveringsrendement van RWZI: de verhouding tussen de inkomende vuilvracht (influent) en de geloosde vuilvracht (effluent) in een zuiveringsinstallatie.

Zuurequivalent: eenheid om de verzureningsgraad van verontreinigende stoffen te meten. Deze eenheid staat toe om de verschillende verzurende stoffen met elkaar te vergelijken. Eén zuurequivalent komt overeen met 32 gram zwaveldioxide, 46 gram stikstofdioxide of 17 gram ammoniak.

Zware metalen: hieronder worden vaak de volgende acht elementen verstaan die door de Derde Noordzeeconferentie als prioritair worden beschouwd: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni en Zn. Als spoorelementen zijn veel van deze elementen noodzakelijk voor het ondersteunen van het biologisch leven. Bij hogere niveaus worden ze daarentegen toxisch, kunnen ze accumuleren in biologische systemen en vertegenwoordigen ze een significant gezondheidsrisico.

Afkorting

A

- a.d.:** aërodynamische diameter
- ABS:** acrylonitrilbutadiëenstyreen
- AEEA:** afgedankte elektrische en elektronische apparatuur
- AKL:** Administratie Kwaliteit van de Landbouwproductie
- ALB:** Administratie Landbouwbeleid
- ALP:** Administratie Landbouwproductie-beheer (ex-DG3)
- ALT:** Administratie Land- en Tuinbouw
- AMINABEL:** Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid
- AMINAL:** Administratie Milieu-, Natuur, Land- en Waterbeheer
- AMPA:** aminomethylfosfonzuur
- ANRE:** Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie
- AOT_{40ppb}:** accumulated exposure over threshold (40 ppb)
- APS:** Administratie Planning en Statistiek
- AROHM:** Administratie Ruimtelijke Ordening, Huisvesting en Monumenten & Landschappen
- AWV:** Administratie Wegen en Verkeer
- AWW:** Antwerpse Waterwerken
- AWZ:** Administratie Waterwegen en Zee-zeven
- AZF:** Departement Algemene Zaken en Financiën

B

- B(a)P:** benzo(a)pyreen
- BBE:** bruto binnenlands energieverbruik
- BBI:** Belgische Biotische Index
- BBO:** beschrijvend bodemonderzoek
- BBP:** Bruto Binnenlands Product

BBT: beste beschikbare technieken

BEIR: Biological Effects of Ionizing Radiation (Verenigde Staten)

BFE: Beroepsfederatie van de producenten en verdelers van elektriciteit in België

BFR's: brominated flame retardants (gebromeerde vlamvertragings)

BIPT: Belgisch Instituut voor postdiensten en telecommunicatie

BLIVO: biologische landbouw: informatie, voorlichting en onderzoek

BLO: benutte landbouwoppervlakte

Bloso: Commissariaat-generaal voor de Bevordering van de Lichamelijke Ontwikkeling, de Sport en de Openluchtrecreatie.

BMM: Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee

BSEF: Bromine Science and Environmental Forum

BSP: bodemsaneringsproject

BSW: bodemsaneringswerken

BTEX: benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylenen.

BTW: belasting op toegevoegde waarde

BZV: biochemisch zuurstofverbruik

C

CCEG: Controlecomité voor de Elektriciteit en het Gas

CDC: Centers for Disease Control

CDO: Centrum voor Duurzame Ontwikkeling

CFK: chloorfluorkoolwaterstof

CLE: Centrum voor Landbouweconomie

CLO: Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek

CODA: Centrum voor Onderzoek in Diergeneeskunde en Agrochemie

CONSUM: Contaminant Surveillance System

CREG: Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas

CT: Computed Tomography

CZV: chemisch zuurstofverbruik

D

DAB: digital audio broadcasting

DALY's: disability adjusted life years

Diftar: gedifferentieerde tarifiering

DIV: Directie voor de inschrijving van de voertuigen

DMI: directe materialen input

DNA: desoxyribo nucleic acid

DNOC: 2,4-dinitro-o-cresol

DVB-T: digital video broadcasting - terrestrial

DWTC: Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden

E

ECEAT: European Centre for Eco Agro Tourism

EEA: European Environment Agency

EEV: environmentally enhanced vehicle

ELF: extreem laag frequent

EMA: Europees Milieuagentschap

EMC: eigen materialen consumptie

EMEP: Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air pollutants in Europe

EOGFL: Europees Oriëntatie en Garantie Fonds

EPN: energieprestatienormering

EU: Europese Unie

- A: Oostenrijk
- B: België
- D: Duitsland
- DK: Denemarken
- E: Spanje
- EL: Griekenland
- F: Frankrijk
- FIN: Finland

- I: Italië

- IRL: Ierland

- L: Luxemburg

- NL: Nederland

- P: Portugal

- S: Zweden

- UK: Verenigd Koninkrijk

- VL: Vlaanderen

E-veld: elektrisch veld

EWBL: Departement Economie, Wetenschap, Binnenlandse aangelegenheden en Landbouw

F

FANC: Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

FAVV: Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen

FEBIAC: Belgische Federatie van de automobiël- en tweewielerindustrie

FEV_i: forced expiratory volume 1s

FGF: Foundation pour les Générations Futures

FM: frequentie modulatie

FOD VVVL: Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid Voedselketen en Leefmilieu

G

GFT: groente-, fruit- en tuinafval

GGG: genetisch gemodificeerd gewas

GGO: genetisch gemodificeerd organisme

GIS: geografisch informatiesysteem

GISTI: gescheiden inzamelen stimuleren

GLB: gemeenschappelijk landbouwbeleid

GMD-max8u: gemiddelde maximale waarde per dag

GMFF: genetically modified food and feed

GMO: gewestelijk milieuoverleg

GSM: global system for mobile communications

GVB: gemeenschappelijk visserijbeleid

GWP: global warming potential (opwarmend vermogen)

H

- HBCD**: hexabromocyclododecaan
HCFK: gehydrogeneerde chloorfluorkoolwaterstof
HCOV: hydrogeologische codering van de Ondergrond van Vlaanderen
HFk: waterstoffluorkoolwaterstof
HGR: Hoge Gezondheidsraad
HIPS: high impact polystyreen
HIVA: Hoger Instituut voor de Arbeid

I

- IARC**: International Agency for Research on Cancer
IBA: individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater
IBI: index voor biotische integriteit
IBW: Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer
ICNIRP: International Commission on Non-Ionising Radiation Protection
IGCC: integrated gasification combined cycle
IHD: ischemic hearth disease
IN: Instituut voor Natuurbehoud
INEM: International Network for Environmental Management
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
IPPC-EPER: European Pollutant Emission Register
IRCEL: Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu
ISA: intelligente snelheidsadaptatie
I-TEQ: internationale toxicologische equivalent
IVON: Intergraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk
IWT: Vlaams Instituut voor de bevordering van het Wetenschappelijk Technologisch Onderzoek in de Industrie

K

- KB**: Koninklijk Besluit
KMI: Koninklijk Meteorologisch Instituut
KRLW: Kaderrichtlijn Water
KTD: kortetermijndoelstelling
K.U.Leuven: Katholieke Universiteit Leuven

L

- LIN**: Departement Leefmilieu en Infrastructuur
LPG: liquefied petroleum gas (vloeibare petroleumgassen)
LRTAP: Long Range Transboundary Air Pollution
LTD: langetermijndoelstelling

M

- MAMBO**: minder afvalstoffen meer bedrijfsopbrengst
MAP: mestactieplan
MBO: milieubeleidsvereenkomst
MCPA: 2-methyl-4-chloorfenox-y-azijnzuur
MEK: marginale externe kosten
MiNa-Raad: Milieu- en Natuurraad
MIRA: Milieu- en natuurrapport Vlaanderen
MIRA-BE: Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: beleidsevaluatie
MIRA-S: Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: scenario's
MIRA-T: Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: thema's
MLTD: middellangetermijndoelstelling
MOS: milieuzorg op school
MTBE: methyltertiairbutylether
MVB: Mobiliteitsplan Vlaanderen Beleidsvoornemens
MVI: Ministerie van Verkeer en Infrastructuur

N

- NARA**: Natuurrapport
NBB: Nationale Bank van België

NEM: nationale emissie maxima

NET60_{ppb}: number of exceedances of the 60 ppb threshold

NGI: Nationaal Geografisch Instituut

NIRAS: Nationale Instelling voor Radio-actief Afval en Verrijkte Splitsstoffen

NIS: Nationaal Instituut voor de Statistiek

NMBS: Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen

NMVOS: niet-methaan vluchtige organische stoffen

O

OBO: oriënterend bodemonderzoek

OC: organic carbon (organische koolstof)

ODE: Organisatie voor Duurzame Energie

ODP: ozone depletion potential

OESO: Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling

OPS: operationeel prioritaire stoffen-model

OSPAR: convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, Oslo en Parijs Commissies

OVAM: Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest

P

PAK's: polyaromatische koolwaterstoffen

PBB's: polygebromeerde bifenylen

PBDE's: polygebromeerde difenylethers

PCB's: polychloorbifenylen

PCDD/PCDF: polychloordibenzo(para)di-oxines en polychloordibenzofuranen

PDPO: Plan voor Duurzame Plattelands-ontwikkeling

PFK's: perfluorkoolwaterstoffen

Pidpa: Provinciale en intercommunale drinkwatermaatschappij der provincie Antwerpen

PIH: Provinciaal Instituut voor Hygiëne

PI_O: prati-index voor zuurstofverzadiging

PM: particulate matter

PMD: plastic-, metaal- en drankverpakkingen

PNEC: predicted no effect concentration

POD Duurzame Ontwikkeling: Program-matorische Overheidsdienst Duurzame Ontwikkeling

ppm: parts per million

PRESTI: preventiestimuleringsprogramma

R

REG: rationeel energiegebruik

RF: radiofrequent

RIVM: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Nl.)

RSZ: Rijksdienst voor Sociale Zekerheid

RUP: ruimtelijk uitvoeringsplan

RWZI: rioolwaterzuiveringsinstallatie

S

SAFIR: Safety Assessment and Feasibility Interim Report

SAT: specifiek absorptie tempo

SCK: Studiecentrum voor Kernenergie

SENTWA: System for the Evaluation of Nutrient Transport to Water

SERV: Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen

SIREV: Scheikundige Industrie Regio Vlaanderen

STEG: stoom- en gasturbine of gasturbine met gecombineerde cyclus

STEM: Studiecentrum Technologie, Energie, Milieu van de Universiteit Antwerpen

STG: Stichting voor de Toekomstige Generaties

STIP: Steunpunt Imissie en Preventie

T

T.A.W.: Tweede Algemene Waterpassing

TBBP-A: tetrabromobisphenol-A

TEF: toxicologische equivalentiefactor

TEQ: toxicologisch equivalent

TMB: totale materialen behoefte

TMVW: Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Watervoorziening

U

UA: Universiteit Antwerpen

UCL: Université Catholique de Louvain

UGent: Universiteit Gent

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System

UN-ECE: United Nations Economic Commission for Europe

UNEP: United Nations Environmental Program

UNIZO: Unie van Zelfstandige Ondernemers

UV: ultraviolet

V

VELT: Vereniging voor Ecologische Leef- en Teeltwijze

VEN: Vlaams Ecologisch Netwerk

VEV: Vlaams Economisch Verbond

VIB: Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie

Vireg: Vlaams Instituut Rationeel Energiegebruik

Vito: Vlaamse Instelling voor Technologisch onderzoek

viWTA: Vlaams instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspecten-onderzoek

vkkm: voertuigkilometer

VLACO: Vlaamse Compostorganisatie

VLAREA: Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer

Vlarebo: Vlaams reglement betreffende de bodemsanering

VLIF: Vlaams Landbouw Investeringsfonds

VLM: Vlaamse Landmaatschappij

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

VMW: Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

VODO: Vlaams Overleg Duurzame Ontwikkeling

VOLT: Vlaamse Onderzoekseenheid Land- en Tuinbouweconomie

VOS: vluchtige organische stoffen

VREG: Vlaamse Reguleringinstantie voor de Elektriciteits- en Gasmarkt

VRT: Vlaamse Radio- en Televisieomroep

VS: verborgen stromen

VUB: Vrije Universiteit Brussel

VVSG: Vereniging van Vlaamse Steden en Gemeenten

W

WES: West-Vlaams Economisch Studie-bureau

WGO: Wereldgezondheidsorganisatie

WIM: Departement Wetenschap, Innovatie en Media

WIV: Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid

wkc: werkingscapaciteit

WKK: warmtekrachtkoppeling

WLH: Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch onderzoek van AWZ

WMO: Wereld Meteorologische Organisatie

WOUDC: World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre

WRI: World Resource Institute

WVC: Departement Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur

Scheikundige symbolen

Ag: zilver

Al: aluminium

As: arseen

Be: beryllium

C: koolstof

Cd: cadmium

CH₄: methaan

CO: koolstofmonoxide

CO₂: koolstofdioxide

Cr: chroom

Cu: koper

F: fluor

H⁺: waterstof ion

Hg: kwik

Mn: mangaan

N: stikstof

N₂O: distikstofmonoxide of lachgas

NH₃: ammoniak

NH₄⁺: ammonium

NH₄-N: ammoniumstikstof

Ni: nikkel

NO: stikstofmonoxide

NO₂: stikstofdioxide

NO₃-N: nitraatstikstof

NO_x: stikstofoxiden, verzamelnaam voor NO en NO₂

NO_y: verzamelterm voor geoxideerde stikstofcomponenten

O₃: ozon

o-PO₄: orthofosfaat

P: fosfor

Pb: lood

Rn: radon

S: zwavel

Sb: antimoon

Se: seleen

SO₂: zwaveldioxide

SO_x: verzamelterm voor zwaveloxiden

Tl: thallium

Zn: zink

Eenheden

A: ampère

Bq: becquerel

°C: graden Celsius

CFK-11 eq: CFK-11 equivalent

CO₂-eq: CO₂-equivalent

dB(A): A-gewogen decibel

dB: decibel

DE: Dobson eenheid

eV: elektronvolt

g: gram

ha: hectare

Hz: hertz

j: jaar

J: joule

l: liter

m: meter

Meq: vermestingsequivalent

ppb: parts per billion

ppm: parts per million

s: seconde

Seq: verspreidingsequivalent

Sv: sievert

T: tesla

Teq: toxicologisch equivalent

TOFP: tropospheric ozone forming potential

V: volt

W: watt

Wh: Wattuur

Zeq: zuurequivalent

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)
- o = minder dan 0,5 van de bestaande eenheid
- o,o = minder dan 0,05 van de bestaande eenheid
- * = voorlopig gegeven

Index

afval

- **bedrijfs** 62-63, 119, 313-321, 448, 449, 453
- **geconditioneerd** 193-196, 198, 457
- **gevaarlijk** 62, 119, 120, 319, 448, 460
- **huishoudelijk** 39, 40, 48, 49, 113, 119, 313-317, 320, 448, 449, 462
- **nucleair** 193-196, 198, 200
- **verbranding** 117, 119, 150, 184, 319, 381
- **verwerking** 113, 198, 313, 438, 453
- **verzameling** 113
- **water** 60-61, 67, 120, 127, 161, 162, 195, 245, 246, 324, 327, 328, 422, 423, 450

bebouwing 44, 132, 205, 207, 217-227, 231, 232, 328, 329, 364

belastingstelsel 421-427, 472

Belgische Biotische Index 331, 332, 454

benzeen 137-145, 337, 401, 405, 406, 429, 446, 454

benzo(a)pyreen 147, 151, 152, 401, 429

beschrijvend bodemonderzoek 338, 339, 454

bestrijdingsmiddel 86, 87, 89, 162, 163, 171-180, 335, 413, 422, 454

biodiversiteit 131, 241, 249, 297, 374, 376, 409, 413, 454

biologische landbouw 87-90, 376

biomonitoring 381, 403-407, 455

bodem

- **erosie** 163, 305, 327, 328, 345-354, 455
- **gebruik** 217, 237, 273, 345, 347-351
- **sanering** 168, 335, 338-342, 455
- **verlies** 349-351

broeikasgas 39, 40, 53, 55-58, 67, 80, 81, 86, 92, 93, 99, 100, 107, 117, 118, 196, 287-293, 298, 444, 445, 447, 456

bruto binnenlands energieverbruik 68, 69, 73, 74, 456

bruto binnenlands product 73, 74, 99, 100, 189, 291, 292, 304-308, 318, 422-427, 456

burgerparticipatie 368, 375

cadmium 157-169, 336, 406, 446, 450, 451, 473

chloorfluorkoolwaterstof 137, 275-282, 443, 456

diesel 71, 73, 78, 101, 106-110, 185, 205, 251, 337, 432, 434, 441

dioxine 87, 147, 150-154, 337, 379, 387, 404, 405, 446, 457

doelafstand 173, 242, 244, 245, 252, 253, 290

doelgroep 60, 125, 128, 138, 139, 162, 172, 209, 210, 244, 245, 258

eco-efficiëntie 39, 40, 49, 50, 53, 67, 68, 85, 99, 100, 113, 114, 204-206, 306-308, 318, 458

ecolabel 128-131, 389

elektriciteitsgebruik 45, 46, 70, 117, 363

energiegebruik 39, 40, 44-47, 53, 55-57, 68, 69, 72, 73, 75, 80, 81, 86, 99, 100, 105-107, 113, 118, 127, 131, 184, 289, 292, 298, 307, 424, 440, 441

externe gezondheidskost 189, 427-429, 460

externe kost 189, 427-434, 460

factor 4 307, 460

factor 10 63, 307, 460

F-gas 117, 288, 289, 445, 460

fosfaat (PO₄) 198, 327, 466

fosfor 61, 87, 176, 177, 198, 241-249, 324-327, 410

fotochemische luchtverontreiniging

137, 148, 263-273, 460

geluid

- emissie 203-207

- hinder 99, 105, 203, 209, 210, 217, 401, 427-429, 432

- piek 208

gewasbescherming 85-89, 171-173, 461**GGO** 87, 175, 367-376, 460**goederenvervoer** 99, 100, 103-106, 110**groene stroom** 77, 94, 196, 461**grondstof** 54, 55, 68, 246, 277, 289,

303-310, 313, 320, 335, 338

grondwater 62, 158, 173, 229-231, 234-236, 244, 249, 325, 335, 422, 423, 439**grondwaterstand** 229, 234, 235**GSM** 200, 357-364**hernieuwbare energie** 68, 76-81, 292, 298, 462**hoogspanningslijn** 357-364**hormoonverstoring** 387, 389, 405**index voor biotische integriteit** 332, 410, 462**instrument** 74, 121, 129, 131, 243, 260, 292, 293, 309, 317, 462**internalisering van externe kosten** 87, 308, 429-434, 462**internationaal** 55, 71, 106, 107, 148, 165, 179, 185, 188, 195, 208, 217, 293, 294, 296, 305, 309, 324, 390, 440, 441**interne milieuzorg** 117, 121-123**kankerverwekkend** 137, 147, 188, 191, 196, 199, 200, 275, 363, 400-406, 427-429**klimaatverandering** 55-58, 72, 74, 93, 109, 110, 117, 118, 137, 185, 238, 245, 277, 281, 282, 287-299, 345, 346, 349, 429-433, 463**koel- en vriestoestellen** 275-280**koolstofmonoxide** 82, 99, 100, 147, 148, 151, 430, 446, 447**kritische last** 257-261, 463**leukemie** 357, 401, 429**lood** 110, 157-169, 336, 401, 402, 406, 407, 429, 446, 450, 451**luchtvaart** 104-107, 203, 207-210, 441**luchtwegaandoening** 188, 400, 403**materialenbehoefte** 304-310, 471**medisch onderzoek** 191**mestoverschot** 77, 86, 87, 91, 121, 158, 163, 241-249, 252, 289, 325, 327, 335, 413, 414, 422, 423, 472**milieuschadetekosten** 99, 100, 105, 107, 109, 110, 189, 308, 430-433, 465**natuurbehoud** 217, 249, 409-417**neerslag** 175-177, 235, 246, 247, 287, 295, 296, 325, 327, 328, 345, 346, 349-351, 353, 382, 393, 439**NEM** 59, 139, 140, 185, 252-254, 257-260, 265, 266, 268, 269, 465**nierfunctie** 297, 403, 406, 407**nitraat** 241-248, 323-328**nutriënt** 60, 87, 91, 241-249, 324-328, 345, 423, 466**open ruimte** 217-227**oriënterend bodemonderzoek** 338, 340, 466**overnachting** 114, 128, 129**ozon** 67, 82, 137, 245, 263-273, 401-403, 429, 447**ozonlaag** 137, 275-284, 403, 443**PAK's** 147, 149-152, 336, 337, 401, 405, 406, 429, 446, 467**palingmeetnet** 143, 144, 168, 179, 382, 391**papiergebruik** 121-123**PCB's** 153, 154, 379-384, 393, 394, 404, 405**personenvervoer** 99-110, 139**PM₁₀** 107-111, 165, 183-189, 270, 400-402, 446, 467**PM_{2,5}** 183-188, 446, 467**Prati-index** 326, 467**productie-index** 53, 54, 468**protocol**

- Kyoto 57, 58, 100, 107, 277, 287, 288, 293, 298, 445, 463

- Montreal 275, 281, 468

- radon** 199, 200, 401, 429, 468
rationeel energiegebruik 46, 57, 58, 74, 75, 81, 118, 292, 468
respons 86, 128, 129, 206, 210, 454
rioolwaterzuiveringsinstallatie 120, 121, 245-247, 318, 324, 327, 328, 388, 438, 450, 451
risico 121, 143, 171, 173, 188, 199, 200, 233, 236-238, 272, 313, 335, 336, 339, 345-349, 353, 357, 369, 389, 402, 403, 410, 427
rode lijsten 330, 469
ruimtegebruik 42, 44, 45, 105, 128, 131-133, 324, 442

schade door overstroming 229, 236-238
sediment 158, 260, 261, 329, 345, 351-355, 388, 390-393, 470
stikstof 61, 86, 87, 176, 177, 241-249, 251, 263, 289, 324-327
structuurkenmerk 329
subsidie 46, 57, 63, 85, 88-91, 117, 124, 292, 319, 349, 352, 353, 417

temperatuur 72, 81, 82, 114, 266, 281, 287, 294, 295, 297
transgene gewassen 368-374
transportstroom 103
TV-zendmast 357-360

vaartuig 91, 92, 94, 104, 106
veestapel 86, 87, 93, 242, 252, 289
veldproef 368-370, 375
verdieselijking 101, 108, 471
verharde oppervlakte 229, 231-233

verloren gezond levensjaar (DALY) 188, 189, 270, 399-403, 428, 472
versnippering 88, 99, 133, 215, 217-227
verwarming 43, 46, 68, 72, 74, 75, 114, 117, 148-151, 185, 253
verzuring 86, 109, 245, 251-261, 263, 335, 414, 472
visvangst 91, 92, 94, 95, 394
Vlaams ecologisch netwerk 217, 409, 415, 416
vlamvertrager 387-394
voeding 54, 56, 58, 61, 62, 147, 158, 179, 241, 287, 367, 368, 375, 376, 379, 383, 384, 388, 394, 403, 438
voorzorgsprincipe 367, 472

warmtekrachtkoppeling 57, 68, 74, 76, 78-81, 93, 196, 292, 472
water
- bodem 177, 178, 328, 332, 381, 382, 390, 472
- gebruik 39, 40, 44, 67, 127, 131, 229-231, 425, 439
waterstand 232-234
wegverkeer 99-110, 139, 148, 203-207, 209-211, 251, 289, 429-434, 442
wonen 39-42, 44-46, 72, 74, 75, 127, 144, 145, 185, 199, 200, 205, 207, 210, 218, 227, 237, 238, 292, 294, 303, 328, 359, 365, 392, 406

zwaveldioxide 59, 60, 83, 86, 99, 107, 108, 185, 251-257, 430, 446, 447
zwevend stof 67, 107, 158, 168, 183-189, 393, 428

Evaluatie van het milieubeleid in MIRA-BE

De decretale opdracht van MIRA is driedelig: een beschrijving, analyse en evaluatie van de bestaande *toestand* van het milieu, van de verwachte *ontwikkeling* van het milieu volgens scenario's en van het bestaande *milieubeleid*. Tot vorig jaar was deze laatste taak onvolledig ingevuld.

In 2003 publiceerde de Vlaamse Milieumaatschappij het eerste milieubeleids-evaluatierapport, MIRA-BE 2003. Samen met het jaarlijkse themarapport MIRA-T en het vijfjaarlijkse scenariorapport MIRA-S, zorgt dit beleidsevaluatierapport MIRA-BE voor de noodzakelijke wetenschappelijke onderbouwing van het Vlaamse milieubeleid.

In MIRA-BE 2003 worden vier afgebakende delen van de belangrijke beleids-terreinen Water en Afval geanalyseerd en geëvalueerd. Hieraan gaat een inleidend hoofdstuk vooraf.

In het inleidend hoofdstuk 'Milieubeleids-evaluatie in Vlaanderen' wordt een introductie gegeven van begrippen over beleidsevaluatie alsook van mogelijke methoden. Verder staat in het hoofdstuk een inventarisatie van Vlaamse beleidsevaluaties sinds 1996.

Het hoofdstuk 'Milieuvergunningverlening in afvalwatergebonden dossiers' focust op het proces van de voorbereiding, het ambtelijk overleg en de adviesverlening dat voorafgaat aan het (al dan niet) verlenen van een milieuvergunning.

Het uitgangspunt van het hoofdstuk 'Gemeenten en de uitbouw van de infrastructuur voor afvalwaterzuivering' is de problematiek van de afvalwaterzuivering. De manier waarop de overheden het probleem aanpakken, wordt geanalyseerd en beoordeeld aan de hand van criteria zoals bereidheid, kennis en capaciteit.



Het hoofdstuk 'Milieubeleidsvereenkomsten ter uitvoering van de aanvaardingsplicht' beschrijft en analyseert één van de instrumenten die de overheid inzet om de afvalproblematiek aan te pakken. Het analyseert onder andere de doelstellingen en de output van elke milieubeleidsvereenkomst (MBO) afgesloten in het kader van de aanvaardingsplicht en de gevolgen voor sectoren die aan de aanvaardingsplicht moeten voldoen.

In het hoofdstuk 'Uitvoeringsplan Huishoudelijke Afvalstoffen 1997-2001' worden de beoogde en niet-beoogde doelstellingen van het plan geëvalueerd in het licht van de bereikte resultaten.

MIRA-BE 2003 is te raadplegen op



www.milieurapport.be

Bestellen van MIRA-BE 2003?

Contacteer het infoloket van de VMM op
053-726-445 of via info@vmm.be

MIRA-T 2003 is het vijfde jaarlijkse milieuraapport van de Vlaamse Milieumaatschappij.
Het Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: thema's 2003

biedt een geactualiseerd overzicht van de toestand van het milieu in Vlaanderen aan de hand van 175 indicatoren. Naast 7 sectorhoofdstukken en 24 themahoofdstukken zijn dit jaar voor het eerst 3 impacthoofdstukken uitgewerkt met de gevolgen van de milieuverstoringen voor mens, natuur en economie. Aan het rapport werkte een grote groep van wetenschappers en deskundigen mee, die de beschikbare informatie over de milieuvraagstukken in Vlaanderen op een heldere en kritische manier hebben samengebracht.

Een greep uit de signalen van MIRA-T 2003:



De reeds genomen beleidsinitiatieven slagen er nog niet in de stijgende emissie van broeikasgassen om te buigen in de richting van de Kyoto-doelstelling.



Bestrijdingsmiddelen – ook reeds verboden middelen – worden nog altijd teruggevonden in lucht, water en organismen.



Door het ontbreken van een duidelijk beleid voor geluid door wegverkeer, daalt het aantal ernstig gehinderden door geluid niet.



Niettegenstaande een toename van de milieubelastingen, wordt in België arbeid tienmaal meer belast dan milieuschadelijke activiteiten.



Door saneringen bij de industrie en de afvalverbrandingsovens is de uitstoot van dioxines drastisch gedaald, zodat de doelstelling voor 2010 nu reeds gehaald wordt.



De belasting van het oppervlaktewater met zuurstofbindende stoffen en nutriënten door de industrie en de huishoudens daalt verder.



We slagen er steeds beter in om met behulp van indicatoren de milieukwaliteit in Vlaanderen en de onderliggende oorzaken in beeld te brengen.

Meer informatie over de milieuraapportering in Vlaanderen vindt u op www.milieuraapport.be of via www.vmm.be



Meer informatie bij de verschillende hoofdstukken van MIRA-T 2003 vindt u in de achtergronddocumenten op www.milieuraapport.be/AG

