

**f.c. de weger
internationaal bv**

heer bokelweg 145
3032 ad rotterdam
telefoon (010) 467 80 88

· haalbaarheidsstudie
· ontwerp
· constructie
· projectmanagement
· toezicht op uitvoering

· hotels, restaurants
· kantoor- en
bankgebouwen
· fabrieksgebouwen
· sport- en
recreatiefaciliteiten
· havenfaciliteiten
· scheepswerven

**architecten- en
ingenieursbureau**



Milieubewust...



Specialisten in:

Infrastructuurle voorzieningen en geluidschermen.
Restauratie, reparatie en renovatie van kunstwerken.
Milieuhygiënisch saneren van vervuilde (water)bodems.
Ontwikkeling en realisatie van natte en droge depots.
Grootschalige en kleinschalige bagger- en zuigwerken.
Leggen van kabels en zinkers door kanalen en rivieren.
Traditionele en milieuvriendelijke kust- en oeverwerken.
Aanleggen van jachthavens en andere recreatieve objecten.
Kademuren, hei- en remmingswerken in hout, beton, en staal.
Fixatie van erosiegevoelige rivierbodems met Geocontainers®.



HERIK BV

Industrieweg 24
Postbus 191
3360 AD Sliedrecht
Tel. 01840 - 12881*
Telex 24049
Telefax 01840 - 19821
*24 uur per dag.

*Kwaliteit in
complete aannemerij*

Bagger-, grond-, kust- en oeverwerken.

VAN OORD - WERKENDAM bv Sasdijk 34, Postbus 8,
4250 DA Werkendam. Tel. 01835-22 44* Telex 24380



Helen trekken
Stalen damwand
Houten palen
Betonnen palen



**vd
CINGEL** heibedrijf

I.M. van der Cingel Verhuur- en Handelsbedrijf b.v.

I.M. van der Cingel Heiwerken b.v.

Ringvaartweg 156, 3065 AE Rotterdam
Tel. 010 - 4524169

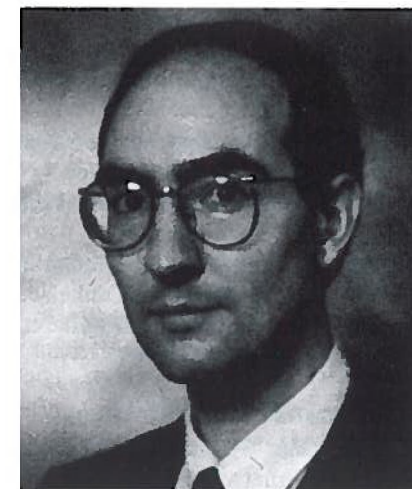
Gespecialiseerd in stalen damwanden

Wij verhuren

- helkranen met of zonder bemanning
- trilhamers hydr. en electr.
- spuitpomp en lasdiesel
- draglyne schotten en rjplaten en ijzeren balken
- makelaar- en dieselblokken
- overige helmateriale

Omgaan met stofstromen

Door: Prof. dr. ir. G.J.F.R. Alaerts
Hoogleraar Gezondheidstechniek International Institute for
Hydraulic and Environmental Engineering, Delft



Prof. dr. Ir. G.J.F.R. Alaerts, hoogleraar
gezondheidstechniek, verbonden aan het
Instituut voor Waterbouwkunde en Milieu-
beheer(I.H.E.) Delft

Stofstromen in een stroomgebied

Rivierbekkens zijn op zichzelf functionerende entiteiten. Een rivierbekken is als ruimte bij uitstek geschikt om de interactie te beschrijven tussen twee zeer dynamische systemen: enerzijds een cultureel met de mens temidden van de door hem gecreëerde infrastructuur, en anderzijds het natuurlijke milieu. Elk rivierbekken is in vele opzichten een wereld op zich; wij zullen echter aangeven dat, hoe bruikbaar ook,

een rivierbekken nog van te beperkte schaal is als we ons tot doel stellen stofstromen te beheersen.

Het is natuurlijk misleidend om het begrip 'stofstromen' automatisch in verband te brengen met verontreiniging en vermindering van de milieukwaliteit. De continue fysische, chemische en microbiologische afbraak en erosie in zo'n bekken levert een stroom stoffen op die zich ruimtelijk verplaatsen en zich verderop in de kringloop

met andere stoffen verbinden tot een nieuwe verschijningsvorm. De voorraad koolstofatomen in de ecosfeer, en in een rivierbekken, is constant; de koolstofatomen



In rivierbekken is in veel opzichten een systeem op zich

waaruit ieder van ons bestaat hebben in de vorige eeuwen allicht in bladweefsel, atmosferische kooldioxide of in brandstof gezeten.

Thans gaat het met name over stofstromen die de kringlopen verstoren als gevolg van de te willekeurig verloopende ontwikkeling van menselijke activiteiten.

Hoelicht nu de relatie tussen die stofstromen en de kwaliteit van het waterig milieu in en rond het rivierbekken, en over welke categorieën stoffen hebben we het?

Problematische stofstromen

Wij zullen hier 3 klassen stoffen onderscheiden die in het waterig milieu specifieke problemen opleveren:

- (i) zuurstofbindende stoffen uitgedrukt als BZV, dit is Biochemische Zuurstofvraag;
- (ii) nutriënten (voedingsstoffen) zoals stikstof en fosfor voor de levende organismen;
- (iii) micro-verontreinigingen, zoals bijvoorbeeld de pesticiden en de PCB's, en de zware metalen.

Zolang de hoeveelheid materie op langere termijn binnen de kringlopen in de ecosfeer op evenwichtige wijze verwerkt kan worden — afgebroken en op het gepaste ogenblik weer omgezet in hogere vormen van biomassa — kunnen we spreken van een duurzame situatie. Zonder speciale ingrepen zouden die kringlopen momenteel echter grondig verstoord zijn.

De Schelde, met zijn zuurstofloze zone vóór Antwerpen, zijn voortschrijdende accumulatie van microverontreinigingen in bodemslib, en zijn langzaam aftakelende flora en fauna, is daarvan nog steeds een voorbeeld, ondanks de geleverde grote inspanningen.

De *actuele kwaliteit* van het Scheldewater in termen van de concentraties van de verontreinigingen, is thans: de BZV- en de fenol-concentraties ter hoogte van de Nederlands-Belgische grens evolueren in gunstige zin. De gemiddelde BZV in en na 1985 ligt op ongeveer 3 mg/L. Het zuurstofgehalte in de Schelde, een belangrijke kwaliteitsindicator, is op deze plek toegenomen van een gevaarlijk lage 1 mg/L naar een reeds veel gezondere 5 mg/L in 1987. De toenemende zuiveringsinspanning aan Belgische zijde heeft dus een duidelijk resultaat geboekt. Aan de grens wordt het zoete Scheldewater echter al aanzienlijk verdund met het zuurstofrijkere estuariumwater. Na 1987 is het gehalte weer gedaald naar een karige 3 mg/L. Voor deze terugval bestaat nog geen goede verklaring.



Grote hoeveelheden stoffen moeten in het watersysteem worden verwerkt

Even zorgwekkend is de stelselmatig lage zuurstofconcentratie vóór de Antwerpse rede.

Voor wat nutriënten betreft is het plaatje minder florissant. Voor de stikstofcomponenten is de situatie nauwelijks verbeterd. Voor de nutriënt fosfor loopt de conclusie parallel.

Vele zware metalen worden daarentegen blijkbaar in mindere mate geloosd of efficiënter weggezuiverd. Cadmium, PAK's en enkele andere organische micro-verontreinigingen zoals lindaan vormen hierop helaas nog steeds een uitzondering.

Ondanks de geregistreerde verbetering, zou een beleid op basis van actuele kwaliteitsindicatoren echter op langere termijn niet voldoen, omdat het te weinig relevantie toekent aan de grote kwantiteiten stoffen die uiteindelijk in het ontvangende milieu, in dit geval dus het Schelde-estuarium en de Noordzee, terechtkomen en daar moeten worden 'verwerkt'.

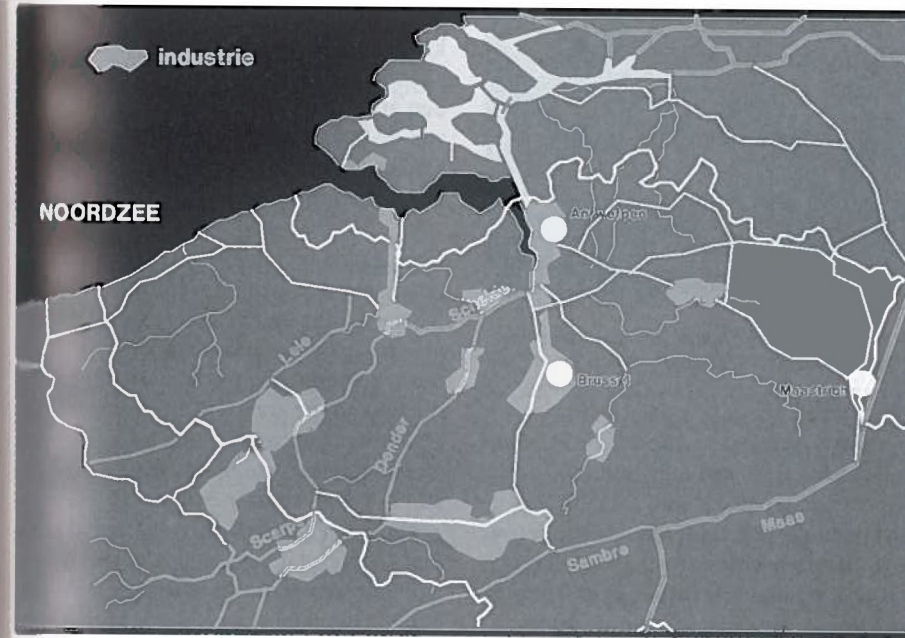
Verontreiniging versus draagkracht

Ruim 9 miljoen Belgen, Fransen en Nederlanders bewonen het Scheldebekken en brengen er het grootste specifiek economisch produkt voort; dit gebeurt in diverse industriegebieden verspreid over het hele bekken: Noord-Frankrijk, het Kortrijkse (textiel), Gent en de strook rond het Kanaal Gent-Terneuzen, de zware industrie in het Henegouwse, de Rupelstreek (metallurgie), de chemie in de Kempen, Brussel, het

Antwerpse havengebied, en tenslotte Zeeland. Bovendien zijn veeteelt en landbouw intensief in het westelijk deel van het bekken.

Voor elk min of meer coherent milieusysteem kunnen we in een eerste benadering stellen dat zijn draagkracht t.a.v. verontreiniging in verhouding staat tot zijn vrije, d.w.z. zijn niet-bebouwde oppervlak. De druk op het milieu is evenredig met het aantal mensen dat actief is binnen het systeem: meer mensen betekent enerzijds meer consumptie en meer industriële activiteiten dus meer verontreiniging, en anderzijds meer bebouwd oppervlak, dus minder vrije natuur. In Nederland bijvoorbeeld, is de hoeveelheid beschikbare oppervlakte per inwoner sinds het begin van de eeuw afgenomen van ca. 6.300 m² tot 2.600 m² in 1970 en 2.350 m² in 1983; het percentage van het oppervlak dat voor de kringlopen beschikbaar is is daarbij verminderd van 92 in 1970 naar 88% in 1983. De toegenomen verontreinigingsdruk valt o.a. af te leiden uit de toenamen van het energie- en van het industriële waterverbruik. Naast de bevoorrading met nutriënten, draagt ook de vervuiling met nutriënten. Voor Nederland valt de sterk toenemende produktie van het nutriënt fosfaat door de veeteelt in de periode 1950 - 1984 op.

Dergelijke macro-balansen geven geen bruikbaar beeld van trends aan te geven, zoals blijkt uit Figuur 9 voor het verband dat



Het stroomgebied van de Schelde en de belangrijkste industrie regio's

in het Rijnbekken aantreffen tussen enerzijds de toename in het verbruik van organische chemicaliën, en anderzijds de toename van de vrachten biologische niet afbreekbare organische koolstof.

Alleen door speciale maatregelen, én door een groot deel van de verontreinigingsvracht naar andere milieucompartimenten zoals de Noordzee en het land door te schuiven, hebben we totnogtoe de druk op het waterig systeem in het rivierbekken binnen de perken kunnen houden.

Het beheersen van de verontreiniging

Het wezenlijke van kringlopen is dat nergens een finale 'parkeerplaats' bestaat voor reststoffen. Stoffen kunnen wel voor korte of langere tijd chemisch of biologisch worden vastgelegd in zgn. 'sinks', maar ze kunnen naderhand weer op ongewenste wijze in het milieu worden vrijgezet.

Voór de jaren vijftig werden de rivieren, tot voor enkele jaren de de zeeën beschouwd als systemen die de vuilvracht wel intern zouden verwerken. "The solution to pollution is dilution" is een oude en niet onredelijke stelling die uitgaat van de veronderstelling dat vervuiling een probleem is van te hoge lokale BZV-gehalten, leidend tot een zuurstofgebrek. Door verdunning werd het zuurstofgebrek vermeden en het probleem 'opgelost'. De hoeveelheid vuilvracht werd minder kritisch bevonden vermits die zich in de enorme volumes van

rivier, estuarium en zee verder verdund en opgenomen zou worden.

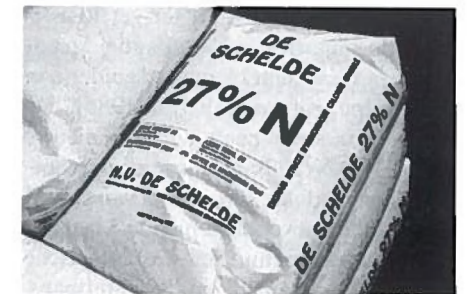
Het gebrek aan mogelijkheden tot verdunning heeft geforceerde zuivering van het huishoudelijke en industriële afvalwater in zuiveringsinrichtingen noodzakelijk gemaakt. Zoals bekend gaat het daarbij vooral om de aërobe microbiologische afbraak van zuurstofbindende stoffen, in de eerste plaats ten behoeve van de oxydatie van koolwaterstoffen, en gelukkig meer en meer ook voor de oxydatie van gereduceerde stikstof. De verwijdering van nutriënten via denitrificatie en andere tertiaire zuivering komt nog veel minder voor, m.n. omwille van de hogere kosten en de moeilijke procesvoering. Zuivering van industrieel afvalwater richt zich meer en meer op verwijdering van micro-verontreinigingen, maar zowel technische als economische beperkingen blijven een hinderpaal om de gehalten tot echt zeer lage waarden te reduceren. Afvalwater van de agrarische sector bevat doorgaans zeer hoge nutriëntgehalten, maar blijft ongezuiverd.

Knelpunten in beheersen van stofstromen

Knelpunten in de beheersing van de stofstromen zijn talrijk en van diverse aard. Knelpunten kunnen onoplosbaar lijken, maar ze bevatten ook harde uitdagingen aan ons adres. Met de Schelde voor ogen wil ik er vier onder de aandacht brengen. Allereerst merk ik op dat het milieu is een

slecht gemengd systeem is.

Ons beleid over afvalstromen is vaak gestoeld op de misvatting dat een rivier of zee goed gemengde watermassa's zijn, en bijgevolg in staat behoorlijke vuilvrachten zover te verdunnen dat ze probleemloos worden opgenomen. In de praktijk blijkt deze veronderstelling zelden op te gaan, en wordt de vuilvracht door een veel kleiner volume opgenomen — en onvoldoende verdund. Geen wonder dat de Nederlandse en Scandinavische kusten steeds heviger geplaagd worden met uit de hand gelopen algenbloei. Het economische verlies is



Het is geen wonder dat de kusten steeds heviger geplaagd worden met uit de hand gelopen algenbloei

reëel: onaantrekkelijk baden aan het Scheveningse strand, en een slachting onder gekweekte zalm in de Noorse fjorden. De stikstof-bijdrage van de Schelde is 5 tot 10 maal kleiner dan die van Rijn + Maas, maar stroomt eveneens noordwaarts, dicht voor de kust. Lokale vervuiling in een rivier blijft m.a.w. lokale gevolgen hebben; alleen kan de atie die onder de gevolgen lijdt honderden kilometers verder liggen!

Ook de Schelde zelf is een zeer slecht gemengd systeem. Het gemiddelde getijdebied bedraagt 3.000 m³/s te Antwerpen, in vergelijking met een zoete bovenstroom van gemiddeld slechts 100 m³/s. Dit veroorzaakt een heen-en-weer gaan van het water, en een zeer lange hydraulische verblijftijd van zo'n 2 maanden vooraleer een



Nergens bestaat een finale „parkeerplaats” voor reststoffen.

De grote, machtige Schelde spoelt zich dus niet in een paar dagen schoon, maar slaat al-le verontreiniging van vele weken op. Een belangrijk negatief effect is alvast dat het grootste deel van de zuurstof opgebruikt wordt, en dat de bodem constant zuurstof-loos is.

Een tweede knelpunt betreft de grenzen aan de BZV-verwijdering.

Wanneer we over vervuiling praten gaat onze aandacht traditioneel naar de BZV, de zuurstofbehoefte voor de koolstof-oxydatie.

De kosten om het huishoudelijk afvalwater in te zamelen, en de BZV om te zetten in CO₂ en zuiveringsslib, moeten geteld worden in de miljarden; in Nederland besteedden we per jaar ruim 1.2 miljard gulden aan end-of-pipe zuivering [CBS, 1986]. De regio Vlaanderen heeft net zijn nieuwe MINA PLAN 2000 gelanceerd dat voorziet in een jaarlijkse investering van circa 3 miljard gulden over de komende 5 jaar om de basisinfrastructuur, en de biologische zuivering te vervolledigen [Kelchtermans, 1990]. Is deze geweldige financiële inspanning effectief? Ik zal met u nagaan hoe voor Nederland het globale zuiveringseffect geëvolueerd is over de periode 1975-1982. Nagegaan is waar het afvalwater vandaan komt, huishouden of bedrijf; hoeveel procent ervan gezuiverd wordt. In het begin van de tachtiger jaren blijkt slechts iets meer dan de helft van de zuurstofbindende stoffen verwijderd te worden. Sindsdien is dit globaal rendement met slechts ongeveer 10% verder verbeterd. Dit beeld is minder rooskleurig dan in eerste aanleg verwacht, en wordt bovendien vertroebeld door de



De hoeveelheid vrije natuur per inwoner is in deze eeuw met 1/3 afgenomen

nog steeds problematische diffuse lozingen en de overstorten van regenweerafvoeren. Ongetwijfeld is de waterkwaliteit in Nederland beduidend verbeterd voor wat betreft de zuurstofhuishouding, maar de vraag rijst of de grote financiële inspanningen gericht op verdere verwijdering van de zuurstofbindende stoffen door zuivering nog zinvol is. Een bijkomend en in omvang toenemend probleem is de afzet van de bergen deels gecontamineerd zuiveringsslib. De afzet in de landbouw (als nutriënt-rijke stof) stuit op groter wordende competitie van mest uit de veeteelt, en van kunstmest. Slib verder ontwateren en verbranden draagt gelukkig niet additioneel bij tot de globale CO₂-uitstoot, maar is duur en in wezen milieu-onvriendelijk. De afzet van slib in de landbouw neemt relatief gezien af: één derde van alle slib overschrijdt één of meer kwaliteitsnormen, en van het slib dat kwalitatief aanvaardbaar is kan slechts een derde worden herbruikt in de landbouw [CBS, 1986].

Een gerichte inzameling van specifieke afvalwaterstromen (m.n. industriële) is wel-

licht een noodzakelijke voorwaarde om te komen tot een meer markt-georiënteerd aanbod van slibsoorten. Door het gescheiden afvoeren van regenwater, en zuivering aan de bron kan ook het netto rendement van de afvalwaterzuivering beduidend verder verbeterd worden.

Een derde knelpunt betreft de nutriënten: ze vormen een groter probleem dan BZV. De nutriënten uit huishoudelijk afvalwater genereren immers via de groei van meten tijd afstervende algen een zuurstofbehoefte die zelfs nog groter is dan die die reeds in het afvalwater aanwezig was. Door zuivering worden immers van elke 10 eenheden koolstof in het afvalwater er 4 in CO₂ als eindprodukt omgezet, 4 in zuiveringsslib, dus 2 gelooft. De redelijk kleine hoeveelheid nutriënten die doorheen de zuivering glippen combineren echter in het ontvangende water met 10 nieuwe eenheden koolstof uit atmosferische CO₂, zodat we op het einde van het verhaal in totaal 12 eenheden koolstof overhouden die in de rivier of zee moeten worden geoxydeerd. Voegen we bij deze nutriëntenstroom afkomstig van de huishoudens de even grote toevoer van de industriële en agrarische bedrijven, dan wordt de omvang van het probleem duidelijk.

De aanname dat de grote rivieren en de zee vervuiling zouden opnemen is merkwaardig genoeg correct voor wat betreft BZV: het grootste deel van de organische koolstof, in particuliere vorm, bezinkt en wordt gemineraliseerd, terwijl de hoeveelheid opgeloste en colloïdale organische koolstof die in het mariene milieu terecht komt veel waarloosbaar is in vergelijking met de om-

vang van de normale koolstofstromen in dat milieu [Billen & Wollast, 1981]. In de Zeeschelde vóór de Nederlandse grens wordt ruwweg 190 000 ton C/jaar aangevoerd; ruim 20% ervan bezinkt en 70% wordt afgebroken, zodat netto minder dan 10% de grens oversteekt [Situatie 1980 - Somville & Wollast, 1981].

Voor de nutriënten gaat dit in veel bescheidener mate op. Algenbloei in het Schelde-estuarium treedt niet overmatig op als gevolg van de limitering van lichtinval in het troebele water. Het stikstof- en fosfor'lek' naar de zee is bijgevolg groot en leidt daar tot grondige verstoring van de voedselkringlopen, en tot regelmatige zuurstofdepletie.

Het nutriëntenlek wijst ons erop dat het beleid dient aangepast aan de dynamiek van de grotere schaal, en verder moet kijken dan het rivierbekken alleen. Kortom, de nutriëntenvracht die de Rijn mag lozen dient bepaald door de toelaatbare concentraties in de Waddenzee.

Het laatste knelpunt zijn de gesloten kringlopen van micro-verontreinigingen. Niet alle micro-verontreinigingen zijn giftig, maar de micro-verontreinigingen zijn vaak synthetisch en daardoor soms moeilijk inpasbaar in de natuurlijke kringlopen. Ook de antropogene bijdrage aan zware metalen in de Schelde is vaak te hoog [Klankbordforum Westerschelde, 1989].

Er is reden aan te nemen dat een grote fractie van de zware metalen precipiteert in het aneroëbe deel van de Zeeschelde als gevolg van het vrijzetten van sporen H₂S uit de rivierbodem. Vóór de Antwerpse rede ligt m.a.w. een tijdbom te tikken; wanneer het lokale zuurstofgehalte weer boven nul komt bestaat gevaar dat de vastgelegde metalen opnieuw in oplossing gaan.

De gedachte dat micro-verontreinigingen naar de zee zouden worden gespoeld en daar in voldoende mate verdund botst weer op het bezwaar van de imperfecte menging: in het geval van de Schelde precipiteert een deel reeds op een specifieke locatie, maar vervelender is dat veel stoffen geconcentreerd worden hetzij in sediment, hetzij in het weefsel van levende hogere organismen. Ook voor de Schelde bestaat aanleiding een oorzakelijk verband aan te nemen tussen de micro-verontreinigingen en ziekteverschijnselen en verminderd reproductievermogen bij vissen, vogels en andere hogere organismen.

De Rijn-sanering toont aan dat hierin op korte termijn veel verbeterd kan worden.

Een perfecte verwijdering van milieuvreemde stoffen is echter onmogelijk. In de praktijk kunnen we nog veel verwachten van verdergaande zuivering en recycling van geselecteerde afvalstromen in de bedrijven. Bedrijven moeten op gelijke voet met elkaar kunnen blijven concurreren, maar ervaring leert dat een strakkere lozingsregel bedrijven vaak prikkelt tot verhoogde creativiteit om alternatieve stoffen en productieprocessen te ontwikkelen. Strengere eisen zullen niettemin ook leiden tot het uitsluiten van onmogelijk te saneren productieprocessen, maar tevens, als gevolg van de wet op behoud van materie, op een verhoogde productie van andere vormen van gecontamineerd afval, dus in vaste of gasvormige toestand. Minder vuil in het water komt inderdaad vaak neer op meer vuil op het land, of in de lucht, en omgekeerd. Nederland mag zich terecht prijzen om zijn vergaande eliminatie van gevaarlijke stoffen uit het waterig milieu, maar het is momenteel tevens de grootste Europese exporteur van gevaarlijk afval (m.n. naar Oost-Duitsland). En ook de atmosfeer is een belangrijkere transportweg dan we ons realiseren: via de lucht ontvangt de Noordzee voor de Belgische kust evenveel zware metalen als er door de Schelde worden aangevoerd [D'hondt, 1988]. Ook hier dus geldt dat de integrale benadering van water, bodem en lucht voorrang dient te hebben op die van alleen het waterige milieu in een beperkt rivierbekken.

Conclusies

1. We naderen de grens van ons technisch (en economisch nog haalbaar) kunnen voor wat betreft de zuivering aan het einde van de rioolpijp, en bovendien blijkt dat alle 'ontvangende compartimenten' vol raken en geen bijkomende reststoffen meer kunnen opnemen. Dus: **strikt sturing aan de aanbodzijde van de afval** aan de kant van huishoudens en industrie is een vereiste. Nochtans zal een **beperkt „lek” van stoffen naar het milieu onvermijdelijk blijven.**

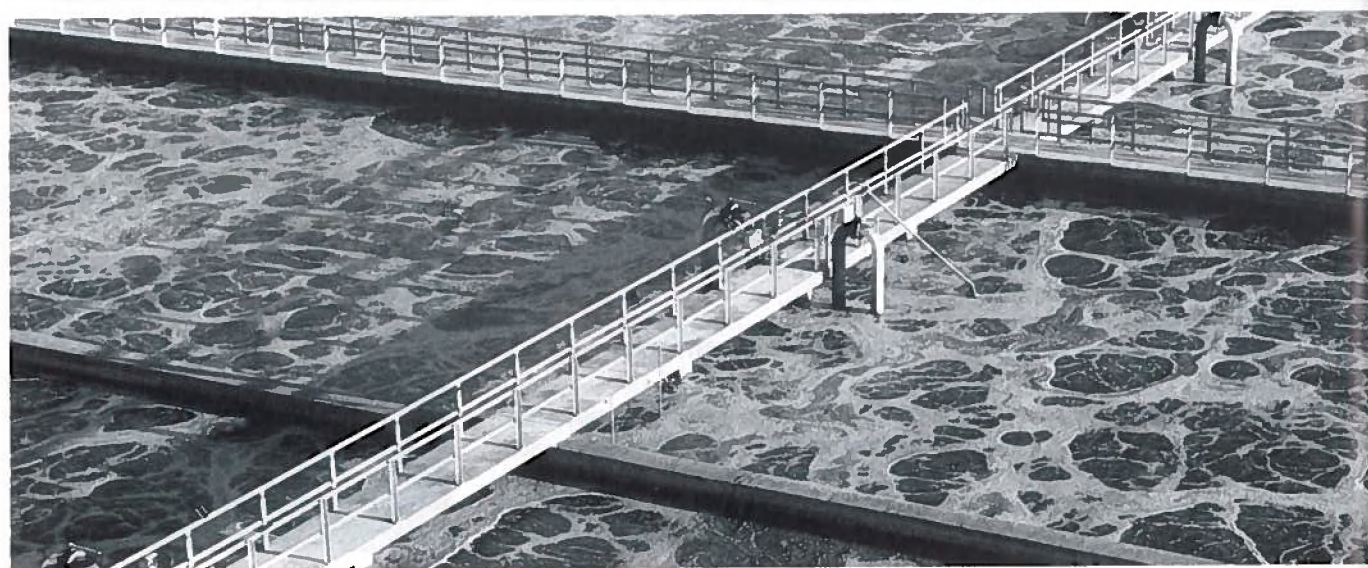
2. Het beleid, en de institutionele structuur die erbij hoort, zal zich moeten richten op bredere verbanden dan die van een rivierbekken. Dus: **beleid meer gericht op grotere ruimtelijke gehelen,** dus inclusief het uiteindelijk ontvangende milieucompartiment, en

beleid meer gericht op integrale benadering van alle milieucompartimenten.

Dit betekenen uitdagingen aan ieder onder ons, omdat we zonder twijfel in onze individuele keuzevrijheden zullen moeten worden beperkt; uitdagingen aan de vele overheden, diensten en schappen die in dit land over milieu gaan en samen een sluitend beleid moeten ontwikkelen; en uitdagingen om zorgvuldig om te gaan met ons natuurlijk erfgoed, in ons nieuwe Europese huis.

Referenties

- Kustwater- en Estuariumverontreiniging*, Billen, G. & R. Wollast (1981). Cycle de la matière organique et des éléments biogènes dans les systèmes marins côtiers, Studiedag K.VIV, Brugge, 7.10.1981.
- Algemene Milieustatistiek 1982-1985*, CBS Centraal Bureau voor de Statistiek (1986). Staatsuitgeverij, 's Gravenhage, 379 pp.
- Water*, De Brabander, K. & K. De Greeve (1988). Waterkwaliteit van de Schelde, Delft, No. 43: blz. 223-227.
- Computational Hydraulics*, Hydraulics (1987). Delft, 20 pp.
- Water*, D'hondt, P. (1988). Een Evaluatie van de Toestand van de Belgische Noordzee, No.38: blz.10-16.
- Water*, Goethals, K. (1988). Evolutie van de Kwaliteit van het Scheldewater, No.40: blz.81-91.
- Milieubeleidsplan en Natuurontwikkeling voor Vlaanderen. Voorstellen voor 1990-1995*, Kelchtermans, T. (1990). Brussel.
- Beleidsplan Westerschelde - Ontwerp*, Klankbordforum Westerschelde (1989). Rijkswaterstaat, Middelburg, 110 pp.
- Kustwater- en Estuariumverontreiniging*, Somville, M. & R. Wollast (1981). Modélisation de la qualité des eaux de l'estuaire de l'Escaut, Studiedag K.VIV, Brugge, 7.10.1981.
- Aquatic Chemistry*, Stumm, W. & J. Morgan (1981). J. Wiley, New York, 2nd ed., p.699.



Door het gescheiden afvoeren van regenwater kan het netto rendement van de afvalwaterzuivering sterk verbeterd worden