

# De otter als normsteller voor kwaliteit van het oppervlaktewater

## 1. Inleiding

Vanaf 1970, toen de Wet verontreiniging oppervlaktewateren van kracht werd, heeft het beleid en beheer een ontwikkeling doorgemaakt, die te kenschetsen is als: 'van zuiveringsbeheer naar waterkwaliteitsbeheer'. Bij het waterkwaliteitsbeheer is vervolgens – op het gebied van geformuleerde doelstellingen en daarbij behorende waterkwaliteitscriteria – een tweedeling aanwezig, enerzijds gericht op de menselijke gebruiksfuncties van het water en anderzijds op het water als zijnde aquatische



T. H. L. CLAASSEN  
Provincie Friesland  
Hoofdgroep Waterstaat en Milieu  
Leeuwarden



A. W. J. J. DE JONGH  
Stichting Otterstation  
Nederland, Groningen

ecosystemen zonder meer. In dit verband wordt in het derde IMP-water 1985-1989 het oppervlaktewater dan ook zeer ruim gedefinieerd: 'een samenhangend geheel van water, bodem en oevers en het bijbehorende planten- en dierenleven . . .' Bij de formulering van de ecologisch gerichte waterkwaliteitsdoelstellingen worden drie niveaus van ecologisch functioneren onderscheiden; een schakering die ontbreekt in de mensgerichte gebruiksfuncties van het water. Bij de minder verregaande ecologische doelstellingen wordt blijkbaar een grotere tolerantie van de organismen gevraagd; een benadering dus die niet voor de mens wordt gehanteerd bij bijvoorbeeld zwemwater (normen).

Reeds op het niveau van de basiskwaliteit kan een duidelijke relatie gelegd worden naar de otter (*Lutra lutra*), als zijnde een hoger semi-aquatisch organisme, staande aan de top van de voedselpyramide. Het gaat echter zeer slecht met de otter, van een otterpopulatie is nauwelijks nog sprake. De schattingen van het huidige aantal in ons land bedragen 30 à 40 exemplaren. Het is zinvol na te gaan, zowel voor het beleid (met daarbij aspecten als normstelling en beheer) als voor de otter zelf (zijn voortbestaan staat immers op het spel), hoe de relatie is tussen het (geformuleerde en gevoerde) beleid vanuit de ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen en het voorkomen, de achteruitgang en de bedreigingen van de otter. In dit artikel geven we een beknopte beschouwing van de

## Samenvatting

De otter is een van de meest bedreigde (zoog)diersoorten in ons land. Het huidige aantal wordt geschat op 30 à 40 exemplaren. Reproductie vindt vrijwel niet meer plaats. In eerste instantie is de sterke achteruitgang van de otterpopulatie veroorzaakt door de jacht (tot 1942) en versnippering van zijn biotoop (aantasting van de ecologische infrastructuur). Momenteel vormt de kwaliteit van het aquatisch milieu de grootste bedreiging voor het voortbestaan van de otter.

Drie (potentiële) otterbiotopen in midden-Friesland bleken sterk belast te zijn met zware metalen en PCB's, waarbij deze microverontreiniging zich manifesteert in de venige waterbodems. Van vier onderzochte otters bleken er drie een zeer hoog PCB-gehalte te bevatten; zo hoog dat reproductie uitgesloten kan worden. Nauwkeurige gebiedsgebonden stoffenbalansen zijn nodig voor de te nemen beheersmaatregelen (bijvoorbeeld baggeren of isoleren), gericht op het behoud en herstel van de nog aanwezige otterpopulatie.

stand van zaken met betrekking tot de otter en zijn bedreigingen en perspectieven, bezien vanuit het aquatisch milieu en vanuit het ecologisch gerichte waterkwaliteitsbeheer. Tevens presenteren we de resultaten van het eerste in dit verband verrichte onderzoek. Een uitgebreid rapport met als titel 'De otter stelt randvoorwaarden voor integraal waterbeheer in Friesland' is voor belangstellenden bij de auteurs verkrijgbaar.

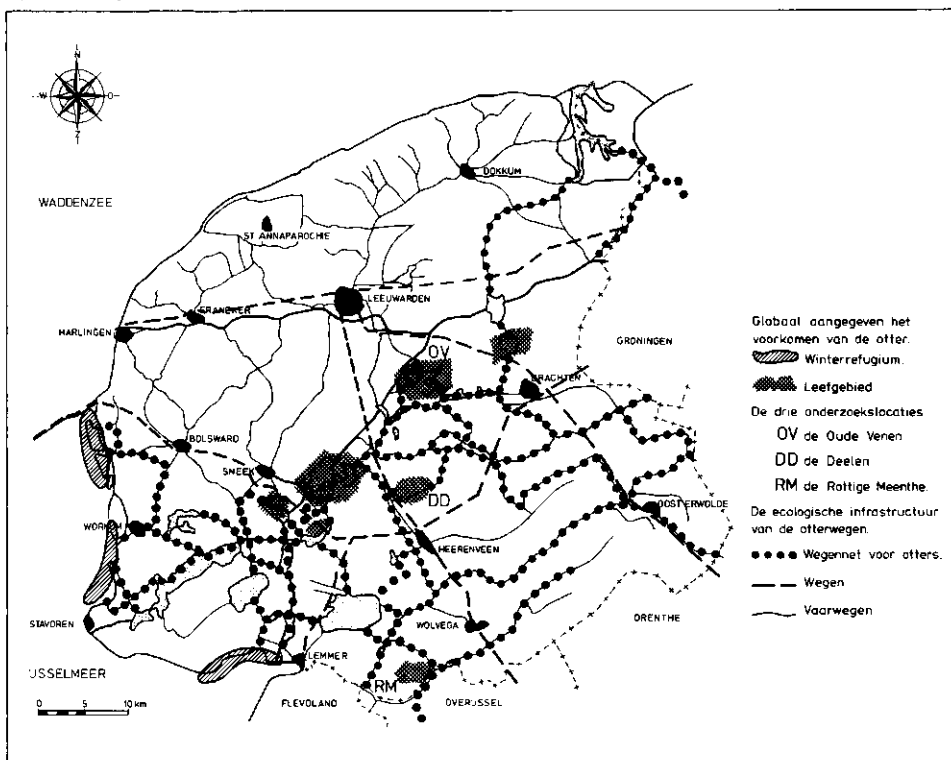
## 2. De otter

### 2.1 Voorkomen en bedreigingen

Als semi-aquatisch organisme komt de otter van oudsher voor in het waterrijk, laaggelegen deel van ons land, gekenmerkt door moerassen, meren en waterlopen. Bekende ottergebieden waren dan ook de Biesbosch en de benedenstroomse delen van

de daarin uitkomende rivieren, het Utrechts-Hollands plassengebied, Noord-West Overijssel, met aansluitend het Lage Midden van Friesland en enkele meren in Groningen. In de Biesbosch en omstreken is de otter momenteel reeds geheel verdwenen, in de andere genoemde gebieden is hun aantal sterk gedecimeerd. Aanvankelijk (tot 1942) was het de jacht die zijn invloed deed gelden; nadien vormen de achteruitgang van de waterkwaliteit en de vergroote invloed in de mens in het landelijke gebied (aantasting (versnippering) van otterbiotopen, toename recreatie, rustverstoring en fuikvisserij) de belangrijkste bedreigingen. Vooral buiten de natuurreservaten zijn grote oeverlengten op een of andere wijze kunstmatig beschoeid en/of zijn de oeverzones veelal teruggedrongen tot zeer smalle,

Afb. 1 - Leefgebieden, winterrefugia en (potentiële) migratieroutes van otters in Friesland, anno 1986 en 1987.





Otter met gevangen plavis.

'nette' helofytenstrepen. De (potentiële) otterbiotopen zijn door het steeds intensivere (agrarische) grondgebruik in ecologisch opzicht van elkaar geïsoleerd geraakt. Onze infrastructuur doorkruist die van de otter op meedogenloze wijze [De Jongh, 1987]. Zo is op 22 juli 1987 een van de laatste otters aan zijn einde gekomen op Rijksweg A7, tussen Heerenveen en Drachten. Naast de biotoopaantasting en de rustverstoring is vooral de verontreiniging van het aquatisch milieu een belangrijke factor, die de otter(stand) momenteel bedreigt.

Derhalve zijn in 1987 drie gebieden (zie afb. 1) waar nog ottersporen zijn waargenomen nader onderzocht, gericht op waterkwaliteitsaspecten. Daarbij is vooral gelet op een mogelijke verontreiniging met zware metalen, pesticiden en PCB's, zowel in het water als in de bodem. Van doodgevonden exemplaren is immers bekend geworden dat juist dit soort verontreinigingen fataal kunnen zijn voor de otter [Broekhuizen, 1987; Mason & Macdonald, 1986]. Via bio-accumulatie vindt toenemende ophoping plaats naar de top van de voedselpyramide. Daarbij is tevens van belang de gemakkelijke binding van deze stoffen aan humusdeeltjes en

TABEL I – Normen voor enkele zware metalen en PCB's, conform de basiskwaliteit en de Interimwet bodemsanering (A-waarden). Tevens is de verhouding tussen beide normwaarden vermeld.

Parameter	1. Water	2. Bodem	
	Norm basis-kwaliteit (µg/l)	A-waarden uit Interimwet bodemsanering (mg/kg v.d.D.S.)	Verhouding 2/1
Kwik	0,5	0,5	1.000
Cadmium	2,5	1	400
Arseen	50	20	400
Koper	50	50	1.000
Lood	50	50	1.000
Zink	200	200	1.000
PCB's <sup>1</sup>	0,01	0,05	5.000
PCB's <sup>2</sup>	0,007	–	–

<sup>1</sup> IMP-water 1980-1984.

<sup>2</sup> IMP-water 1985-1989; mediaan som ≤ 0,007 µg/l.

zwevende stof en vervolgens het bezinken op de bodem.

De drie nader bekeken gebieden zijn de Rottige Meenthe, de Deelen en de Oude Venen, zie afb. 1 [Jonge Poerink & Huls, 1987].

### 3. Onderzoek en resultaten

#### 3.1 Water

De parameters waarvoor basis-waterkwaliteitsnormen zijn geformuleerd zijn in het derde IMP-water 1985-1989 verdeeld in drie groepen. Groep 1 bevat algemene parameters (min of meer bepaald door of van invloed op algemene processen in het oppervlaktewater en tevens type-onafhankelijk); groep 2 bevat enkele parameters waarvan de voorkomende waarden mede door natuurlijke omstandigheden worden bepaald en groep 3 bevat parameters waarvan het voorkomen voornamelijk of geheel bepaald wordt door verontreinigingen. Zeven van de 25 parameters uit groep 3 zijn, met hun toetswaarden (normen), vermeld in tabel I.

In de IMP's water en in het landelijk overzicht van de waterkwaliteit in Nederland [CUWVO, 1987] wordt slechts het toetsingsresultaat gegeven voor het oppervlaktewater zelf.

De normen voor de zware metalen worden slechts sporadisch overschreden. Voor het gehele land bedroeg in 1985 het percentage punten waar de normen werden overschreden voor kwik, cadmium, arseen, koper, lood en zink respectievelijk 7,6; 2,2; 0; 3,1; 1,3 en 9,0% [CUWVO, 1987]. Voor de jaren 1984 en 1985 werden voor 20 punten in de Friese boezemwateren geen normoverschrijdingen geconstateerd, terwijl slechts twee van de twintig polderpunten de normen voor lood en arseen overschreden. Ook voor de twaalf in 1987 bemonsterde locaties in de drie otterbiotopen lagen de gehalten in het water (ver) beneden de huidig geldende normen [Jonge Poerink & Huls, 1987]. Volgens genoemd CUWVO-rapport

voldoen ook de meeste onderzochte wateren aan de norm voor PCB's (mediaan som ≤ 0,007 µg/l), slechts in 5% – waaronder de grensovergang in de Schelde – vindt normoverschrijding plaats.

#### 3.2 Bodem

In Friesland zijn vanaf 1984 op een vijftiental punten aanvullende metingen verricht in de onderwaterbodems. Vooralsnog – in afwachting van adequate normen – worden deze resultaten vergeleken met de normering uit de Interimwet bodemsanering.

De A-waarden (grenswaarden) hieruit zijn voor een aantal parameters in tabel I opgenomen. In 1987 zijn daarnaast eenmalig drie otterbiotopen, ieder op vier locaties, bemonsterd (zie afb. 1). Ook hier is zowel water als bodemslib geanalyseerd op de in tabel I vermelde parameters (PCB's, vanwege de verwachte zeer lage waarden in het water alleen in het bodemslib).

In het navolgende worden de gegevens van de 15 vaste punten aangeduid als serie A, en van de twaalf otterbiotooppunten als serie B. Opmerkelijk zijn de relatief hoge gehalten in het bodemslib in de drie otterbiotopen (serie B). Voor enkele parameters werden op meerdere punten de A-waarden van de Interimwet bodemsanering overschreden.

In afb. 2 zijn voor cadmium en lood de gevonden waarden weergegeven, en vergeleken met de gemiddelde waarden van de 15 vaste punten (serie A). In tabel II zijn de gemiddelde waarden voor de parameters, opgenomen in tabel I, van beide series vermeld. Niet alleen voor cadmium en lood, maar ook voor alle overige parameters is het gemiddelde voor serie B groter dan voor serie A. Aanvullend zijn voor PCB's de mediaan-waarden vergeleken.

Het gemiddelde PCB-gehalte van 0,017 voor de serie A wordt sterk bepaald door één uitschieter. Hierdoor is het gemiddelde voor beide series van dezelfde orde van grootte. De mediaan-waarden duiden op een over de gehele linie hoger gehalte in serie B ten opzichte van serie A. De affiniteit van de

TABEL II – Gemiddelde gehalten van zware metalen en PCB's in de bodemslib van beide series (mg/kg v.d. D.S.)

Parameter	Serie A 1986	Serie B 1987	Verhouding serie B
			serie A
Kwik	0,08	0,10	1,3
Cadmium	0,13	1,09	8,4
Arseen	4,3	12,2	2,8
Koper	16,4	23	1,4
Lood	30,4	72	2,3
Zink	69	179	2,6
PCB's <sup>1</sup>	0,017	0,020	1,2
PCB's <sup>2</sup>	0,005	0,021	4,1

<sup>1</sup> Gemiddelde

<sup>2</sup> Mediaan.

bodem om zware metalen te adsorberen is gemiddeld voor de punten van serie B anderhalf tot twintig maal groter dan voor de punten van serie A, waarbij de metalen als volgt gerangschikt kunnen worden: kwik, koper, arseen, zink, lood en cadmium. De otterbiotopen met hun venige bodems (het organisch stofgehalte gemiddeld voor de punten van serie B bedraagt 55% ten opzichte van 10% voor de punten van serie A) zijn aldus bijzonder gevoelig voor microverontreinigingen.

### 3.3 Organismen

Algemeen wordt aangenomen dat bij PCB-concentraties hoger dan 50 mg/kg in orgaanweefsels de reproductie bij marterachtigen stagneert. Olsson & Sandegren [1983] vinden toenemende PCB-gehalten in otters uit Noorwegen, Noord-Zweden en Zuid-Zweden van gemiddeld respectievelijk 17, 56 en 177 mg/kg vet en relateren de sterke achteruitgang van de otterpopulatie in Zuid-Zweden aan de gevonden hoge PCB-gehalten aldaar. Het is bekend dat PCB's, naast een verstoring van het natuurlijke afweersysteem een vermindering van de reproductie teweeg brengen.

Sinds kort bestaan er ook aanwijzingen dat microverontreinigingen onderling effecten op hun toxische werking kunnen hebben. Wren *et al.* [1987] vonden bij PCB's en methykwik zowel synergistische als antagonistische effecten. Gegevens voor ons land zijn schaars.

Broekhuizen analyseerde lever en nieren van enkele dood gevonden otters (zie tabel III).

Zeer verontrustend zijn de PCB-concentraties. Slechts één van de vier onderzochte otters heeft een aanvaardbaar gehalte in de orgaanweefsels. De spreiding van de gehalten is opmerkelijk; zeker voor de twee otters uit hetzelfde gebied. Ook in andere landen wordt een zeer grote spreiding gevonden. Het is onbekend wat hier de oorzaak van is. De variatie zou kunnen samenhangen met verschillende factoren, zoals conditie, sexe, ouderdom en voedselvoorkeur. Op grond van deze cijfers mag geconcludeerd worden dat de reproductie binnen de Nederlandse restpopulaties van *Lutra lutra* ernstig gevaar loopt. Uit onderzoek naar de gifbelasting van zoetwatervis is een duidelijk afnemende tendens van PCB-concentraties waar te nemen, gaande van de Rijn via Ketelmeer en IJsselmeer naar de Friese boezem. Dergelijke analyses waren een aantal jaren terug de aanleiding voor een handelsverbod van paling, aangezien de gemeten gehalten boven de norm van 5 mg PCB/kg product uitkwamen. In de Friese wateren heeft de Keuringsdienst van Waren van Friesland gedurende een aantal jaren vismonsters geanalyseerd [Renema & Zeilstra, 1982; 1983, Herweyer & Renema, 1987]. Ofschoon de concentraties van enkele monsters boven de norm uitkwamen, bleek dat het gemiddelde in paling 0,41 mg PCB/kg product bedroeg. Ogenschijnlijk een laag

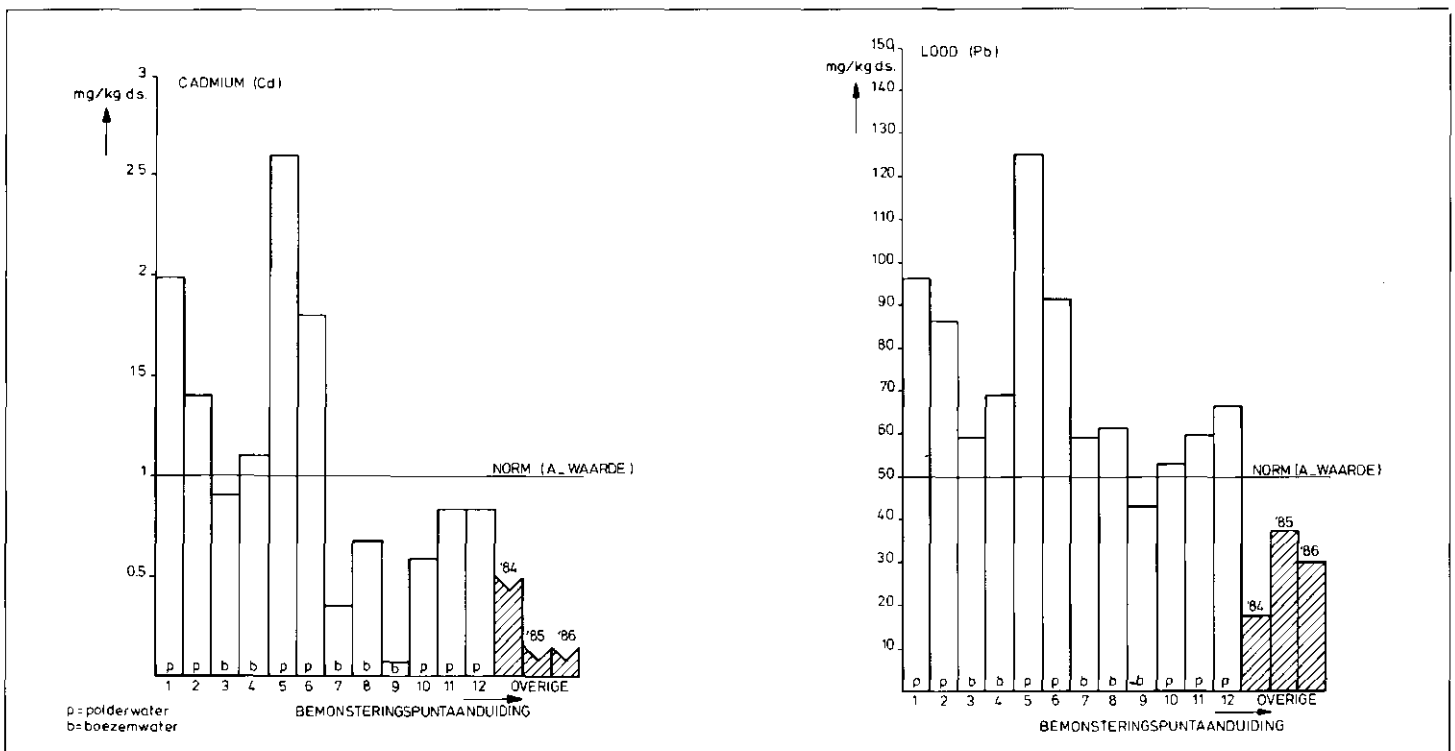
gehalte ten opzichte van de gestelde norm van 5 mg PCB/kg. Echter, een langdurig dieet met een PCB-concentratie van 0,25 mg/kg PCB gaf bij Amerikaanse nertsen (*Mustela vison*) (nauw verwant aan de otter) reeds reproductieproblemen te zien [Den Boer, 1984]. De PCB-gehalten in de Friese paling vormen dus zeer waarschijnlijk een bedreiging voor de reproductie binnen de inheemse otterpopulatie. Een uitspraak die onderbouwd wordt door de eerdergenoemde hoge PCB-concentraties in de dood gevonden Nederlandse otters. Een gradiënt in gehalten van microverontreinigingen weerspiegelt zich ook in de aan muggelarven af te lezen symptomen. Misvormingen van de monddelen van muggelarven (geslacht *Chironomus*) lijken sterk gecorreleerd met verontreinigde wateren. Van Urk & Kerkum [1986]

TABEL III – Concentraties van enkele zware metalen (in mg/kg drooggewicht) en PCB's (in mg/kg vet) als gemiddelde van de concentratie in lever en nieren van vier otters [naar Broekhuizen, 1987; Broekhuizen & Ruiter-Dijkman, 1988; Broekhuizen, pers. mededelingen].

Parameter	Rottige Warffum Meenthe		Rottige Meenthe	Terwispeel
	1983	1982	1986	
Kwik	3,7	1,1	4,3	2,1
Cadmium	0,6	0,9	0,6	0,5
Koper	19,1	15,8	24,7	19,3
Lood	0,8	1,0	0,3	0,3
Zink	84	87,5	113,0	96,0
PCB's	103	4,9	227 (287) <sup>1</sup>	84

<sup>1</sup> Analyse met compacte kolom (overige met capillaire kolom).

Afb. 2 - Cadmium- en loodgehalten (in mg/kg droge stof) in waterbodems van de Oude Venen (1 t/m 4), de Rottige Meenthe (5 t/m 8) en de Deelen (9 t/m 12) in 1987. De gearceerde staven geven de gemiddelde gehalten weer van 15 punten in Friesland (voor cadmium 'kleiner dan').





Otter bespeurt onraad.

vermeldden een afnemend percentage afwijkingen voor achtereenvolgens het Ketelmeer, de IJssel, Lemster Rijn, Tjeukemeer en Morra. Ook in de drie onderzochte otterbiotopen werd een relatief hoog percentage afwijkingen aangetroffen [Jonge Poerink & Huls, 1987].

#### 4. Discussie

##### 4.1. Bedreigingen

Het milieubeleid en -beheer is lange tijd gericht geweest op de bescherming van menselijke belangen en mensgerichte functies (milieutechniek). Pas recent heeft de natuur op zich (soorten, al dan niet in onderlinge samenhang en levensgemeenschappen) beleidsmatig en vervolgens beheerstechnisch erkenning gekregen (natuurtechniek).

Binnen het waterkwaliteitsbeheer zijn in dit verband ecologische doelstellingen geformuleerd, die momenteel een praktische uitwerking krijgen. Op dit punt nadert de ontwikkeling vanuit het waterkwaliteitsbeleid het elders geformuleerde beleid (natuurbescherming, -behoud, -beheer en ruimtelijke ordening) van soorten- en ecosysteembescherming. Zo werd reeds in 1942 onder druk van de natuurbescherming een jachtverbod op de otter van kracht, terwijl momenteel vanuit het ministerie van Landbouw en Visserij, directie Natuur, Milieu en Faunabeheer, een op de otter gericht 'soortbeschermingsplan' wordt voorbereid. Hiermee staat de otter als aaibaar object van meerdere speerpunten volop in de belangstelling. Terecht – als indicator voor de algehele milieukwaliteit en als richtsnoer voor integraal milieubeleid –, ware het niet dat gevreesd moet worden dat deze aandacht, althans voor de nog aanwezige otters, te laat zou kunnen komen. Het aantal is in ons land dermate laag, dat de otter als de meest bedreigde diersoort kan worden beschouwd. Het aantal in Friesland, met de grootste 'populatie', wordt slechts op een tental geschat, waarbij het zeer de vraag is of nog reproductie plaatsvindt.

Naast de voorheen bedreven jacht en de huidige biotoopaantasting op locale en regionale schaal, is het vooral de verontreiniging van het aquatisch milieu die parten speelt. Het meest sprekend zijn in dit verband de analyseresultaten van enkele dood gevonden otters (tabel III).

Hoewel statistisch weinig zeggend, is alleen al het PCB-gehalte in drie van de vier gevallen groter dan de limiet van 50 mg/kg. Daarboven is reproductie vrijwel zeker afwezig.

Twee onderliggende processen zijn hierbij van belang:

1. bio-accumulatie;
2. concentratie-additie.

Bio-accumulatie kan beschouwd worden als het netto resultaat van bio-concentratie (opname) en bio-eliminatie (uitscheiding), waarbij zware metalen en organische microverontreinigingen in organismen worden opgehoopt. De lipofiliteit van PCB's maakt dat deze stoffen in vissen, zoals paling, niet of nauwelijks worden uitgescheiden. Concentratie-additie kan omschreven worden als het cumulatief (optelbaar) effect van de gehalten – en de invloed daarvan – van afzonderlijke stoffen [Van Leeuwen *et al.*, 1987]. Deze concentratie-additie geldt zowel voor zware metalen als voor organische microverontreinigingen.

Laatstgenoemde auteurs toonden overduidelijk aan dat bij de normstelling voor deze stoffen niet of onvoldoende met dit verschijnsel rekening is gehouden. Gezien de verhoogde gehalten van alle in tabel II vermelde stoffen in de otterbiotopen ten opzichte van de overige wateren moet ook hier, voor de otter in Friesland, daarmee rekening worden gehouden. Deze concentratie-additie moet nog los gezien worden van cumulatie van ecologische effecten, zoals door watervervuiling, rustverstoring, biotoopverkleining, overrijding en verdrinking in fuiken [Dijkema *et al.*, 1985].

##### 4.2 Normering

De onderzoeksresultaten, zoals die hiervoor zijn gepresenteerd, geven reeds een indicatie voor een bijstelling van de PCB-normen. Uitgaande van gemiddelden in waterbodems (11 µg/kg d.s.), paling (0,41 mg/kg product) en drie otters (130 mg/kg opl. vet) presenteren Jonge Poerink & Huls [1987] een nieuwe, ecologisch verantwoorde normstelling voor PCB-gehalten in het aquatisch ecosysteem. Daarbij gingen zij uit van een aanvaardbare concentratie van 10 mg PCB/kg opl. vet in otters. Dat dit een redelijke en veilige aanname is, mag blijken uit het feit dat het onderzoek van Den Boer [1984] aantoonde dat de concentratie in ieder geval lager dient te zijn dan 25 mg/kg en tevens uit het feit dat de gemiddelde PCB-concentratie in otters uit de florerende Noorse otterpopulatie 17 mg/kg bedraagt.

Terugredening vanaf een PCB-gehalte van 10 mg/kg met behulp van genoemde gemiddelden in otters, vis en waterbodems laat de noodzaak zien van een verandering in de normering. Op deze wijze wordt een aanvaardbare norm voor PCB's in paling gevonden van 0,03 mg/kg product (in plaats van de huidige 5 mg/kg product) en voor PCB's in waterbodems van 0,001 mg/kg d.s. (in plaats van 0,05 mg/kg d.s. als A-waarde uit de Interimwet bodemsanering). Vanwege de concentratie-additie en de mogelijke sublethale en/of synergistische effecten van het geheel aan microverontreinigingen zullen naar alle waarschijnlijkheid ook de normen voor andere verontreinigingen op ecologisch verantwoorde wijze bijgesteld moeten worden. Het zegt in dit verband genoeg dat water met een, volgens de huidige normering, nagemaakte en opgevlude basiskwaliteit zeer toxisch bleek te zijn voor lagere organismen [Van Leeuwen *et al.*, 1987].

##### 4.3 Nader onderzoek

In verband met verschillen in toxiciteit en bio-concentratie en -eliminatie zal er in de analyses van PCB-gehalten een duidelijk onderscheid gemaakt moeten worden tussen de verschillende PCB-congeneren [Wood *et al.*, 1987]. Een onderscheid in congeneren heeft ook het voordeel dat de herkomst van de afzonderlijke PCB's beter na te gaan is. Het aquatische milieu in Friesland wordt namelijk op tenminste drie manieren belast met een scala van microverontreinigingen door:

1. interne (punt)lozingen;
2. inlaat van belast water;
3. atmosferische depositie.

In tabel IV wordt een overzicht gegeven van de bruto gifbelasting van Friesland door de microverontreiniging van boezemwater te

TABEL IV – Onderlinge procentuele verhouding tussen de bijdrage van enkele zware metalen en PCB's via ingelaten IJsselmeerwater en via de natte depositie op het Friese boezemgebied. A: naar Saeys [1986] berekend over een periode van 10 jaar; B: naar Jonge Poerink & Huls [1987], gemiddeld voor 1983 en 1984.

	A			B	
	via inlaat-water	via regen-water		via inlaat-water	via regen-water
Kwik	23	77		–	–
Cadmium	16	84	Cadmium	12	88
Arsen	11	89		–	–
Koper	9	91		–	–
Lood	7	93	Lood	3	97
Zink	11	89		–	–
Tot. vracht	10	90	PCB's	4	96

vergelijken met die van regenwater.

Zowel voor de zware metalen als voor PCB's geldt dat het grootste aandeel in de vervuiling geleverd wordt door de neerslag.

Welk aandeel uit de neerslag op het land achterblijft en welk aandeel in het water terecht komt, is echter onduidelijk. Voor het treffen van beheersmaatregelen, zoals baggeren of isoleren, is een goed inzicht in balansen, toegespitst op de otterbiotopen, echter onontbeerlijk [Hansen, 1987; Wood *et al.*, 1987].

Daarnaast heeft het in 1987 verrichte onderzoek aan de waterbodems de volgende vragen opgeroepen.

- Is de gifbelasting van de waterbodems homogeen verdeeld over de verschillende lagen van het bodemprofiel?
  - In welke mate zijn de microverontreinigingen gefixeerd aan het adsorbtiecomplex van de waterbodem?
  - Heeft de plaatselijke waterhuishouding (kwel, wegwijzing, mate van isolatie/doorspoeling enzovoort) invloed op de accumulatie van microverontreinigingen?
- Beantwoording van deze vragen is van groot belang voor de in de nabije toekomst te nemen beheersmaatregelen.

#### 4.4 Beheersmaatregelen

In grote lijnen kunnen de te nemen beheersmaatregelen verdeeld worden in enerzijds gericht op het fysische milieu (rust, ecologische infrastructuur op kleine en grote schaal: foerageermogelijkheden, oever-toegankelijkheid, dekking, veiligheid van otterpaden, markerings- en oriënteringsmogelijkheden, zie Van Herwaarden [1987] en anderzijds gericht op het chemisch milieu, met name betreffende de kwaliteit van het aquatisch milieu.

Met het oog op te nemen beheersmaatregelen (bijvoorbeeld al dan niet isoleren, al dan niet baggeren) is het essentieel te beschikken over nauwkeurige gebiedsgebonden balansen voor de micro-verontreinigingen van het aquatisch milieu. Gegevens zoals vermeld in tabel IV

zijn hiervoor te globaal qua gebied en te beperkt qua bronnen en bovendien niet toegespitst op het oppervlaktewater zelf.

Nauwkeuriger gegevens over de belasting van het Friese oppervlaktewater met enkele stoffen (chloride, fosfaat, kwik, minerale olie en pentachloorfenol) zijn reeds bekend [Baan & Wit, 1986], doch het beschouwde gebied is groot en de balans is incompleet. Opmerkelijk is echter een bijdrage van 48% via het ingelaten IJsselmeerwater en van slechts 9% via atmosferische depositie aan de belasting van kwik op het oppervlaktewater van Friesland. Hoewel een dergelijke procentuele verdeling voor de andere zware metalen en PCB's niet bekend is, kan dit gegeven mogelijk verklaren waarom van de drie onderzochte otterbiotopen (zie afb. 1) de Deelen relatief de laagste en de Oude Venen de hoogste gehalten aan microverontreinigingen in de onderwaterbodems bevat. De Oude Venen ligt het meest in de invloedzone van ingelaten IJsselmeerwater, de Deelen ligt meer perifeer. De Rottige Meenthe neemt een tussenpositie in.

Uit nauwkeurige balansen kan mogelijk blijken dat afsluiten van natuurterreinen/ otterbiotopen van het boezemwater niet gunstig is, doordat het vervuilde regenwater de geïsoleerde gebieden cumulatief belast. 'Atmospheric movement, however, is increasing PCB loads in less contaminated areas, while PCB loads in the more contaminated areas are declining' [Hansen, 1987].

Aan de andere kant kan blijken dat afsluiting wel gunstig is, indien het boezemwater meer toxische PCB-congeneren bevat dan regenwater. De mate waarin en de wijze waarop de aanwezige microverontreinigingen zijn vastgelegd bepaalt ook de accumulatie in de voedselketen en de zinvolheid van baggeren van gecontamineerd bodemslib [Wood *et al.*, 1987]. Voor meer inzicht is nader onderzoek naar deze twee aspecten noodzakelijk.

#### 4.5 Perspectief

Hoewel eerder vermeld is dat de huidige aandacht voor de otter zelf, althans op korte termijn, te laat zou kunnen komen, is het toch verheugend dat alom belangstelling bestaat voor onderhavige problematiek. De otter fungeert daarbij als 'ambassadeur van het zoete water' en vertegenwoordigt als het ware het geheel aan planten en dieren, bezien vanuit ecologisch oogpunt. Het voorkomen van de otter is hierbij een belangrijke toetssteen voor 'integraal waterbeheer' en 'omgaan met water'. Zowel het brongerichte beleid als het effectgerichte beleid – dit laatste nader gedifferentieerd in een soortgerichte en een gebiedsgerichte uitwerking – vinden

een uitstekende houvast aan het voorkomen van de otter. Het al dan niet uitsterven van de otter in ons land zal aldus in belangrijke mate een stempel drukken op de geloofwaardigheid van het Nederlandse milieubeleid. De otter in de binnenwateren is hiermee tenminste gelijkwaardig met de zalm in de Rijn en de zeehond in de Waddenzee. Voor de Friese otters is de volgende keuze van cruciaal belang: 'net op tijd' óf 'net op tijd'. Moge de huidige aandacht en de hopelijk binnenkort te nemen maatregelen de doorslag geven naar het eerste.

#### Literatuur

- Baan, P. J. A. en Wit, P. (1986). *Diffuse verontreinigingsbronnen*. Toegepast onderzoek waterstaat, WL Delft, 53 pp.
- Boer, M. H. den (1984). *Production decline of harbor seals: PCB's in the food and their effect on mink*. Jaarverslag RIN: 77-86.
- Broekhuizen, S. (1987). *First data on contamination of otters in the Netherlands*. IUCN Otter Specialist Group, bulletin 2: 27-32.
- Broekhuizen, S. en Ruijter-Dijkman, E. M. (1988). *Otters met PCB's: de zeehondjes van het zoete water?* Lutra, 31: 68-78.
- CUWVO (1987). *De waterkwaliteit van Nederland in 1985; landelijke rapportage waterkwaliteit 1985*. Lelystad: 32 pp.
- Dijkema, K. S., Dankers, N. en Wolff, W. J. (1985). *Cumulatie van ecologische effecten in de Waddenzee*. RIN, Texel: 105 pp.
- Hansen, L. G. (1987). *Environmental toxicology of polychlorinated biphenyls*. *Envir. Toxin. Series 1*: 15-48.
- Herwaarden, G. J. van (1987). *De Otter; natuurtechniek in het kader van landinrichting*. *Cultuurtechn. tijdschrift*, 27: 167-173.
- Herweyer, R. en Renema, Y. (1987). *Polychloorbifenylen in paling uit het Friese water, 1984 en 1986*. Rijkskeuringsdienst van Waren, Leeuwarden: 16 pp.
- Jonge Poerink, B. en Huls, R. (1987). *Organische microverontreinigingen en zware metalen in Friese otterhabitats*. Groningen: 91 pp.
- Jongh, A. W. J. J. de (1987). *Oterwegennet voor het noorden van groot belang*. *Noorderbreedte*, 11(2): 45-49.
- Leeuwen, C. J. van, Niebeek, G. en Luttmmer, W. J. (1987). *Basiskwaliteitsnormen voor zware metalen: een effectgerichte evaluatie*. *H<sub>2</sub>O* (20) 1987, nr. 9, p. 200-204.
- Mason, C. F. and MacDonald, S. M. (1986). *Otters: ecology and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge: 236 pp.
- Ollsen, M. and Sandegren, F. (1983). *Is PCB partly responsible for the decline of the otter in Europe?* *Proc. 3rd Int. Otter-symp.*, Strassbourg: 11 pp.
- Renema, Y. en Zeilstra, J. (1982). *Polychloorbifenylen in vis uit het Friese water*. Keuringsdienst van Waren, Leeuwarden: 12 pp.
- Renema, Y. en Zeilstra, J. (1983). *Polychloorbifenylen in vis uit het Friese water 1982*. Keuringsdienst van Waren, Leeuwarden: 15 pp.
- Saeys, H. (1986). *Omgaan met water in Friesland. Waterstaatkundige aspecten van het milieu in Friesland*. Leeuwarden: 10 pp.
- Urk, G. van en Kerkum, F. C. M. (1986). *Misvormingen bij muggelarven uit Nederlandse oppervlaktewateren*. *H<sub>2</sub>O* (19) 1986, nr. 26, 624-627.
- Wood, L. W., Rhee, G. Y., Bush, B. and Barnard, E. (1987). *Sediment desorption of PCB congeners and their bio-uptake by dipteran larvae*. *Wat. Res.*, 21: 875-884.
- Wren, C. D., Hunter, B. D., Leatherland, J. F. and Stokes, P. M. (1987). *The effects of polychlorinated biphenyls and methylmercury, singly and in combination, on mink*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 16: 441-454.

