

De kwaliteit van het aquatisch milieu voor de Otter

T. H. L. Claassen

Summary

Concentrations of heavy metals and PCBs in otters.

Since 1982 five corpses of otters from the northern part of The Netherlands were collected. Tissues were analysed for the heavy metals lead, cadmium, and mercury, which in a biological way are non-functional, and for PCB congeners in fat. The concentrations (in mg.kg⁻¹) of lead (0.02-0.3), cadmium (0.01-0.2) and mercury (0.2-1.3) were all under the levels presumed to be deleterious for mammals. Little is known, however, about synergical effects between these metals and other contaminants.

Relatively low concentrations of low-chlorinated PCB congeners were found, as compared to burdens of sediments and Eel. Most likely otters are able to metabolize these PCBs. On the contrary, otters show a remarkable bio-concentration of the highest chlorinated and most persistent PCBs.

The total PCB concentrations varied from 3.9-231 mg.kg⁻¹; the extremes were found in animals from the same locality. The highest concentration was found in a young male, died by pneumonia and suffering from a liver tumor and kidney stone; the lowest (3.9 and 19.2 mg.kg⁻¹) in two adult females killed by traffic. Two adult males showed intermediate concentrations (72.7 and 84.1 mg.kg⁻¹). These exceeded the threshold-value of 50 mg.kg⁻¹, supposed by Olsson & Sandegren (in press). Probably the adult females had lost part of their burdens by giving birth and lactation. To which extent this will reduce the survival of the pups, is unknown.

From studies on Mink it is known that small intakes of PCBs over a long period will reduce female fertility. Den Boer (1984) found such negative effects in Mink given only 0.0026 mg.kg⁻¹ body weight per day. A rough estimate of the otters' daily intake of PCBs through the fish component of the food resulted in about 0.02 mg.kg⁻¹ body weight.

Although extrapolations are of limited value, it seems likely that PCB burdens of the aquatic systems have contributed strongly to the decrease of the Dutch otter populations.

Enkele resultaten van het in Friesland verrichte "Otteronderzoek" (Jonge Poerink & Huls, 1987; Aalders, 1988) betreffende het aquatisch milieu van de Otter, worden gegeven met aanbevelingen voor beleid, beheer en verder onderzoek.

Juist die soorten en levensgemeenschappen, waarbij sprake is van opeenhoping van ecologische effecten worden momenteel het sterkst in hun voortbestaan bedreigd. Dit geldt zeker voor de Otter (*Lutra lutra*).

In deze bijdrage zal de waterkwaliteit centraal staan, doch vanuit de moderne visie van integraal waterbeheer (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1985) zal blijken dat "waterkwaliteit" niet beperkt blijft tot het water zelf, maar duidelijke relaties heeft met de andere bedreigende factoren. Dit kan reeds afgeleid worden uit een drietal definities, gehanteerd bij het waterkwaliteitsbeheer:

— De basiskwaliteit: ... een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het ter plaatse en elders levenskansen biedt voor aquatische levensgemeenschappen waarvan ook hogere organismen, zoals diverse vissoorten, deel uit kunnen maken en tevens ecologische belangen buiten het water (bijv. vogels en zoogdieren, die waterdieren consumeren) beschermt.

— Oppervlaktewater: ... het samenhangend geheel van water, bodem, oevers en het hierbij behorende planten- en dierenleven.

— Watersysteem: ... een geografisch afgebakend samenhangend en functionerend geheel van oppervlaktewater, grondwater, onderwaterbodems, oevers, technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische, chemische en biologische kenmerken en processen.

Op grond van de in het huidige water(kwaliteits)beheer geformuleerde doelstellingen vervult de Otter — als toetssteen, als indicatorsoort, als ambassadeur — een voorbeeldfunctie.

Waterkwaliteit Onderzoek

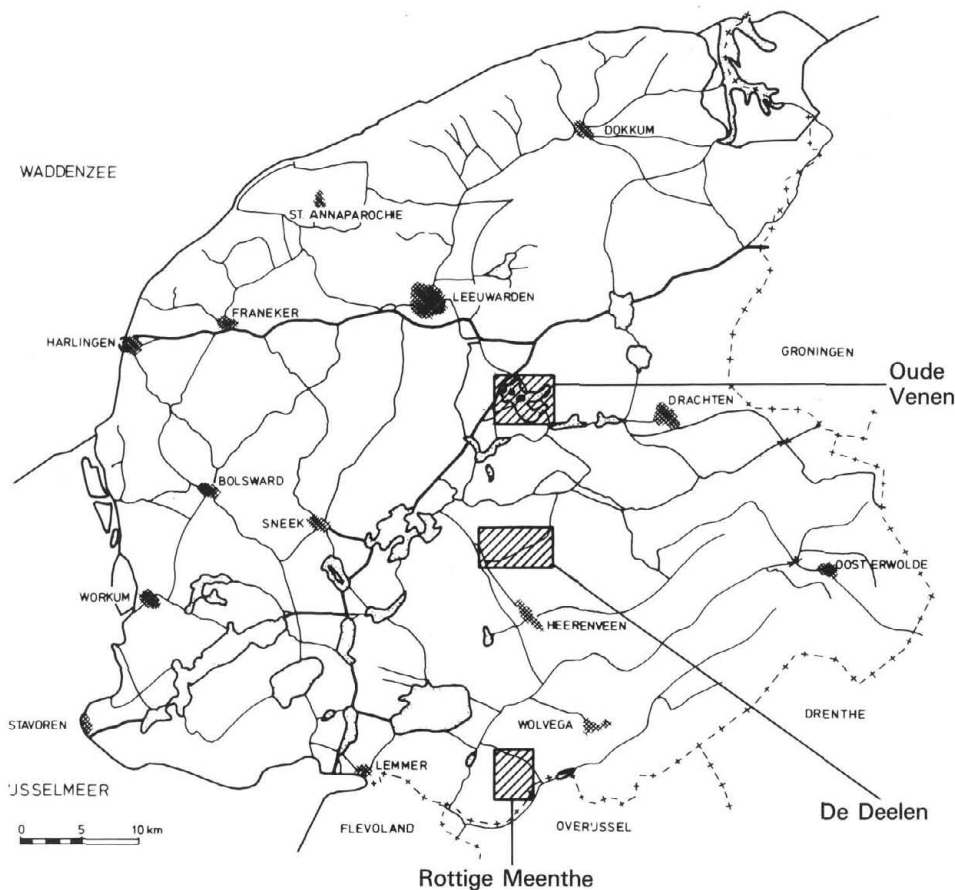
Het water in Friesland wordt routinematig op 135 punten (waarvan 76 in het boezemwater) onderzocht op 40 punten



M. P. Melchers

Fig. 1. Ligging van de drie onderzochte gebieden in Friesland: de Oude Venen, de Rottige Meenthe en De Deelen. Ieder vierkantje is 1 km².

Map of Friesland and the areas studied: the Oude Venen, the Rottige Meenthe and the Deelen.



hiervan vindt onderzoek plaats naar microverontreinigingen in het water. Aanvullend vindt sinds enkele jaren op 15 punten (waarvan 12 in het boezemwater) onderzoek plaats van de waterbodem (Provincie Friesland, 1987). Ten behoeve van het "Otteronderzoek" zijn in 1987 (Jonge Poerink & Huls, 1987) en in 1988 (Aalders, 1988) drie (potentiële) otterbiopen onderzocht: de Oude Venen, de Rottige Meenthe en De Deelen. In ieder gebied zijn water en waterbodem op vier locaties jaarlijks eenmaal onderzocht (fig. 1). Deze drie gebieden zullen — naar de kwaliteit van het aquatisch milieu — onderling worden vergeleken. Daarnaast zijn analyse-gegevens van Paling (*Anguilla anguilla*) (Herweyer & Renema, 1987) en otters (Broekhuizen & De Rooter-Dijkman, 1988) gebruikt. Ter vergelijking zijn er voor oppervlaktewater de basiskwaliteitsnormen uit het IMP-Water en voor waterbodems de A-waarden uit de Interimwet bodemsanering en de referentiewaarden uit het Milieuprogramma 1988-1991.

Eutrofiëring

In Friesland worden de vaste meetpunten getoetst aan de basiskwaliteitsnormen. Op geen enkel punt voldoen de gemeten parameters aan alle normen (Provincie Friesland, 1987). De norm voor chlorofyl wordt slechts gehaald bij ca 25% van de genoemde 135 punten. De norm voor de zichtdiepte wordt op geen enkel punt gehaald, ook niet bij de 59 onderzochte polderpunten. De sterke eutrofiëring heeft voor de Otter als zichtjager directe gevolgen (De Jongh, dit nummer), maar ook een aantal indirecte gevolgen. 's Zomers wordt het fytoplankton gekenmerkt door een soortenarme samenstelling, waarin blauwalgen, met name de draadvormige *Oscillatoria agardhii*, domineren. De kans op toxische effecten is niet ondenkbeeldig. Ook de zuurstofhuishouding wordt instabieler. Resultaat van het eutrofiëeringsproces is ook dat het Friese boezemwater gekenmerkt kan worden als een snoekbaars-brasem water, waarbij —

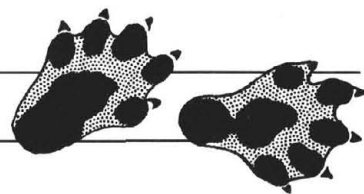
naar biomassa gemeten — de Brasem (*Abramis brama*) de belangrijkste plaats inneemt. Nu eet de Otter liever (meer) Paling dan Brasem, hetgeen aanleiding kan zijn dat ondanks de veelal dichte visstand er sprake is van een beperkt en verminderd voedselaanbod voor de Otter.

Polychloorbifenylen

Theoretisch zijn er 209 verschillende chloorbifenylen. De chemische stabiliteit neemt toe met de chloreringsgraad. Tijdens accumulatie in de voedselketen treden de hoger gechloroerde uiterst persistente produkten meer op de voorgrond. Bij het onderzoek worden veelal zeven congenen afzonderlijk bepaald. Het totaal PCB-gehalte wordt soms gegeven als de som van de zeven congenen (Provincie Friesland, 1987), soms wordt het totaal PCB-gehalte berekend uit deze som. In tabel 1 (kolom A) zijn enkele gemiddelde PCB-gehalten vermeld, zoals gemeten in waterbodems, Paling en otters.

Wanneer wordt aangenomen dat bij een PCB-concentratie hoger dan 50 mg.kg⁻¹ in orgaanweefsels de reproductie bij marterachtigen stagneert, dan biedt de huidige contaminatie van het aquatisch milieu geen enkel perspectief op overleving van otters. In vijf geanalyseerde ot-

ters bedroeg het totaal PCB-gehalte gemiddeld 82 mg.kg⁻¹. Dit is ruim anderhalf maal de limiet van 50 mg.kg⁻¹. Paling in het Friese boezemwater bevatte in 1986 gemiddeld 0.412 mg.kg⁻¹ PCB's, in het IJsselmeer nabij de Friese kust gemiddeld viermaal zoveel, namelijk 1.707 mg.kg⁻¹. Ondanks deze naar de huidige consumptienorm gemeten relatief lage waarden zal een Otter via zijn voedsel cumulatief veel PCB's tot zich krijgen. Wanneer verondersteld wordt dat reproductie van de Otter goed mogelijk is bij een PCB-concentratie van ca 10 mg.kg⁻¹ (Jonge Poerink & Huls, 1987), dan zou het toelaatbaar niveau in Paling 50 ug.kg⁻¹ bedragen. Hierbij is een accumulatie-factor van 200 aangehouden tussen Paling en Otter. Overigens maakt Paling slechts ca 11% van het voedsel van de Otter uit (De Jongh, dit nummer). Conform tabel 1 zou tussen waterbodem en Paling een accumulatiefactor van ruim 25 kunnen worden gehanteerd, hetgeen leidt tot een aanvaardbare norm van ca 1.8 ug.kg⁻¹ droge stof voor de waterbodems. De voorgestelde referentiewaarde ligt nu globaal tussen 50 en 150 ug.kg⁻¹; voor veenbodems een factor 80 te hoog. De in de drie onderzochte otterbiopen gemeten gehalten bedroegen gemiddeld 15 ug.kg⁻¹, achtmaal de herleide "veilige"



norm. Deze gemiddelde waarde voor de waterbodems is de som van zeven congenen (IUPAC nos. 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180). De accumulatie en toxiciteit is niet voor alle congenen gelijk, evenmin als het procentueel aandeel van de afzonderlijke congenen in waterbodems, Paling en otters. In figuur 2 zijn gemeten gehalten van de zeven congenen afzonderlijk uitgezet voor de in tabel 1 vermelde componenten. In de waterbodems zijn de laag gechlorideerde nos. 28 en 52 het meest aangetroffen. De referentiewaarde van $3 \mu\text{g.kg}^{-1}$ droge stof voor no. 28 wordt gemiddeld met een factor 2 overschreden. De andere congenen blijven beneden de gestelde referentiewaarden. In Paling en otters accumuleren relatief veel hoog gechlorideerde congenen, waarbij opvalt dat in de otters de nos. 28 en 101 vrijwel ontbreken. Wordt voor de som van zeven congenen een gemiddelde accumulatiefactor tussen waterbodems en otters gevonden van ca 4000, voor de nos. 138, 153 en 180 bedragen deze factoren resp. ca 13200, 16500 en 17100. Ophoping treedt niet alleen op via het normale voedsel (vis) van de Otter, maar evenzeer via de moedermelk.

Zware metalen

Naast PCB's zijn een vijftal zware metalen (cadmium, koper, zink, lood en kwik) en arseen onderzocht.

In Friesland worden 40 wateren routinematig onderzocht op zware metalen en getoetst aan de normen van de basiskwaliteit. Verhoudingsgewijs zijn de gemeten concentraties laag en slechts incidenteel worden de normen overschreden. Ook in de drie nader beschouwde gebieden zijn de gehalten in het water erg laag. De concentraties in de waterbodems daarentegen zijn relatief hoog. Een deel van de gevonden gehalten, met name voor lood, maar ook voor cadmium (Claassen & De Jongh, 1988), zink en kwik (fig. 3) ligt boven de A-waarden uit de Interimwet bodemsanering. De gemeten concentraties in de bodem gedeeld door de concentraties in het water geven een indruk van de ophopingsfactoren van water naar waterbodems. Deze factoren verschillen soms sterk per locatie en per parameter: relatief laag voor arseen, koper en kwik en hoog voor lood en zink. Voor de vaste (boezem)punten in Friesland zijn deze ophopingsfactoren (veel) lager dan voor de 12 punten in de otterbiotopen. Con-

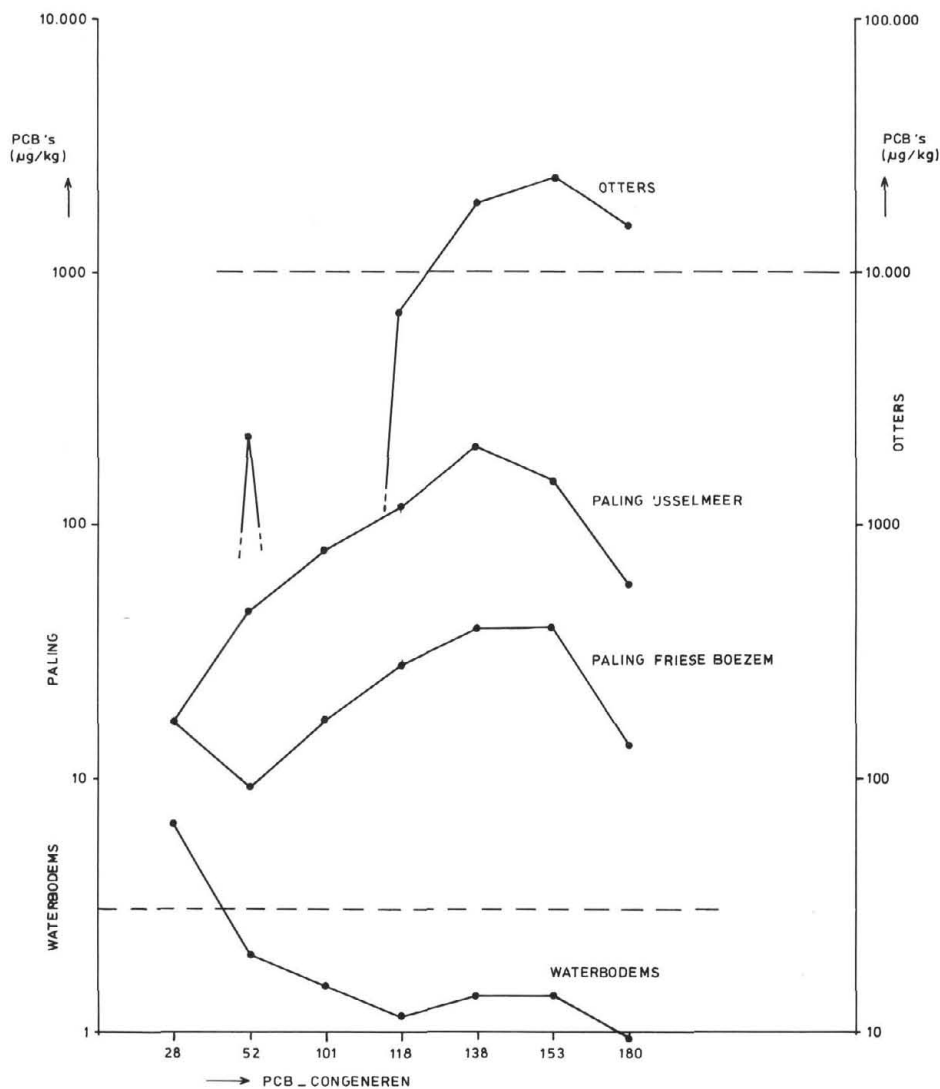


Fig. 2. Gemiddelde PCB-gehalten van de zeven standaard congenen in de waterbodems (van de 12 punten voor 1987 en 1988), schiere Paling (naar Herweyer & Renema, 1987) en vier otters (naar Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988).

Mean values of the seven standard PCB-congeners in the sediment of the 12 stations for 1987 and 1988, Eel (after Herweyer & Renema, 1987) and Otter (after Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988).

clusie: sommige stoffen vertonen een grotere neiging zich op te hopen in de waterbodems dan andere stoffen en venige bodems binden verhoudingsgewijs meer microverontreinigingen dan meer minerale bodems. In tabel 2 zijn enkele gemiddelde cijfers gegeven voor de drie onderzochte otterbiotopen en voor vier geanalyseerde otters.

Uit de accumulatiefactoren voor de zware metalen tussen waterbodems en otters blijkt dat lood vrijwel niet en kwik juist wel accumuleert in de Otter. Eerder bleek dat de ophopingsfactor waterwaterbodems zeer groot was voor lood en klein voor kwik. Uit tabel 2 kan geconcludeerd worden dat kwik en vooral PCB's zeer sterk accumuleren in otters; de gemiddelde accumulatiefactoren zijn

	A	B
1. Waterbodems in drie otterbiotopen in 1987 en 1988 ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ droge stof)	15	1.8
2. Paling ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) in 1986 Frieze boezem	412	50.1
3. Otters (mg.kg^{-1} vet, lever en nier)	82.2	10

Tabel 1. Gemiddelde PCB-gehalten in waterbodems, Paling en otters: gemeten waarden in kolom A, herleid in kolom B, uitgaande van 10 mg.kg^{-1} voor otters. 1: de som van de zeven congenen; 2: totaal naar Herweyer & Renema, 1987; 3: totaal naar Broekhuizen, 1987.

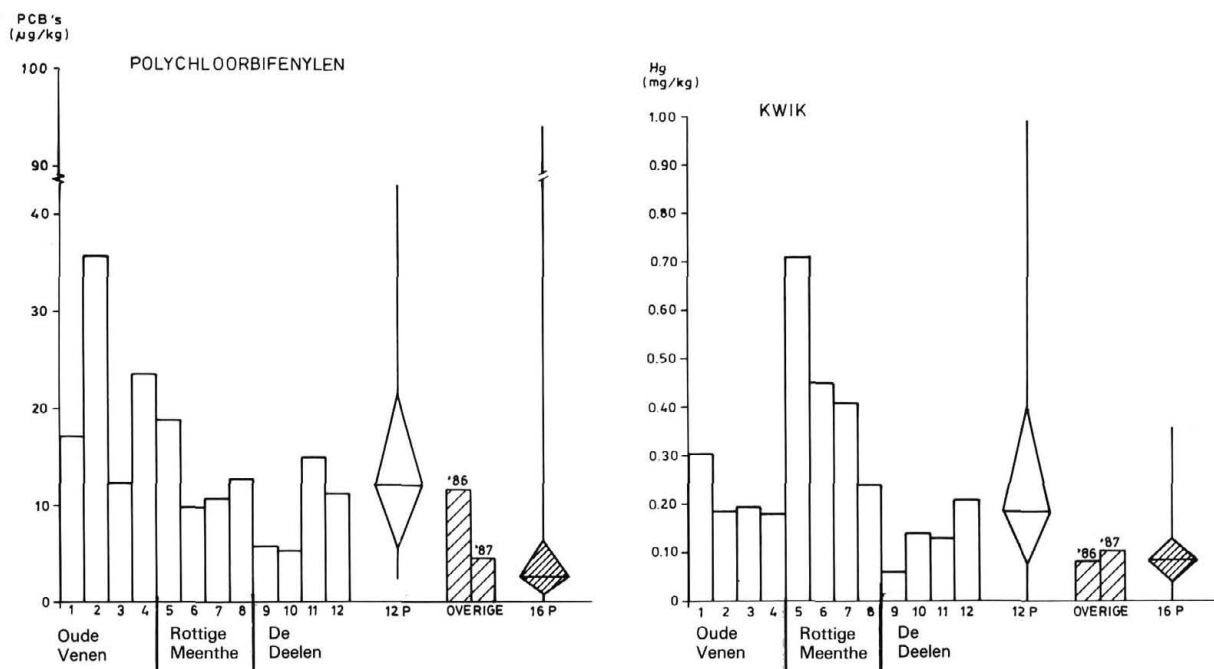
Mean PCB-values in sediment, Eel and Otter. Measured values in column A, deduced values in column B (from 10 mg.kg^{-1} as a 'save' standard for Otter).

resp. ca 10 en 4000. Wren et al., (1987) vonden een synergistische werking van PCB's en kwik bij de mink (*Mustela vison*). Eerder was gevonden — gelet op de relatieve bijdrage vanuit atmosferische depositie en vanuit inlaatwater — dat kwik ten opzichte van de andere zware metalen verhoudingsgewijs veel meer vanuit het IJsselmeerwater dan vanuit de neerslag bijdraagt aan de belasting in Friesland (Claassen & De Jongh, 1988). Dit versterkt de conclusie van de noodzaak van sanering van ingelaten (IJsselmeer)water. Deze noodzaak wordt ondersteund wanneer de Oude Venen, de Rottige Meenthe en De Deelen onderling worden vergeleken.

	water ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	waterbodem (mg.kg^{-1} droge stof)	otters (mg.kg^{-1} vet)
koper	3.55	22.4	19.73
zink	3.29	180.8	95.1
cadmium	0.03	1.14	0.65
kwik	0.05	0.27	2.8
lood	2.03	73.6	0.6
arsen	1.47	10.2	—
PCB's	—	0.015 ¹⁾	104.7 ²⁾

Tabel 2. Gemiddelde gehalten in water en waterbodem voor 1987 en 1988 op 12 locaties in de drie onderzochte gebieden (naar Jonge Poerink & Huls, 1987 en Aalders, 1988) en in lever en nieren van vier otters (naar Broekhuizen 1987 en Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988). 1) som van zeven congenen; 2) totaal PCB.

Mean values in water and sediment for the 12 sampling stations in 1987 and 1988, and in Otter (after Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988).



De Oude Venen, de Rottige Meenthe en De Deelen

In de drie gebieden zijn in 1987 en 1988 vier locaties bemonsterd. Hoewel er wisselende verschillen in contaminatie zijn tussen de punten voor de verschillende parameters, zijn bepaalde locaties meer belast dan andere. Aan de hand van de zeven geanalyseerde parameters (Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, As en PCB's) is een volgorde bepaald voor de waterbodems (fig. 4). Wat opvalt is, dat het gebied de Oude Venen (1 t/m 4) gemiddeld de hoogste gehalten in het bodemsediment bevat en De Deelen (9 t/m 12) de laagste. De Rottige Meenthe (5 t/m 8) neemt een tussenpositie in.

In figuur 3 zijn voor PCB's (de

Fig. 3. PCB- en kwikgehalten voor de 12 punten, gemiddeld voor 1987 en 1988 (witte staven) en voor 16 punten verspreid over de Friese boezemwateren (gearceerde staven). De afzonderlijke waarden zijn gegeven in de vorm van een spreidingsdiagram (minimum, 25-percentiel, mediaan, 75-percentiel en maximum).

PCB and mercury values for the 12 sampling stations averaged for 1987 and 1988 (blank bars) and for 16 stations, spread over Friesland (hatched bars). The range of all values is presented in box-whisker diagrams.

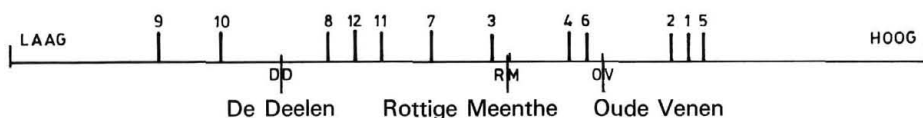
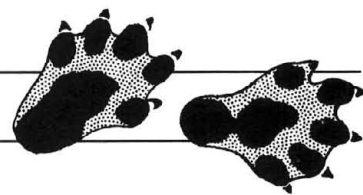


Fig. 4. Rangvolgorde van de contaminatie van de waterbodems, gemiddeld voor de zeven parameters gemeten in 1987 en 1988, voor de 12 lokaties in de Oude Venen (1 t/m 4), de Rottige Meenthe (5 t/m 8) en De Deelen (9 t/m 12).

Relative range of the 12 sampling stations in the Oude Venen (1 to 4), the Rottige Meenthe (5 to 8) and the Deelen (9 to 12) for the contamination of the sediment with heavy metals and PCBs.



som van de zeven congenen) en kwik de gevonden gehalten op de 12 locaties uitgezet en vergeleken met de vaste boezempunten. Opvallend is voor beide stoffen de grotere contaminatie in de otterbiotopen dan in het boezemgebied, alsmede de voor kwik gevonden hoge gehalten in de Rottige Meenthe. De referentiewaarden van 0.3 mg.kg^{-1} droge stof wordt op drie van de vier punten overschreden. Voor de afzonderlijke PCB-congeneren geldt dat de hoogste gehalten gevonden zijn voor no. 28 (fig. 2). Opmerkelijk is echter het procentueel aandeel van no. 28 in de som van de zeven congenen. Dit is in de Oude Venen, de Rottige Meenthe en De Deelen resp. 48, 45 en 22%. De hoge PCB-gehalten op enkele vaste boezempunten worden daarentegen niet veroorzaakt door no. 28, maar door de hoger gechlorideerde congenen (nos. 52, 101, 138 en 153). Een nadere "profiel"-vergelijking tussen de gehalten in waterbodems, inlaatwater en neerslag kan meer duidelijkheid brengen in het aandeel van inlaatwater en neerslag aan de belasting op de diverse locaties. Daarnaast is meer aandacht nodig voor de specifieke accumulatie, zoals die is gevonden in Paling en otters (fig. 2), het mechanisme dat hiervoor verantwoordelijk is en de gevolgen (bijvoorbeeld verschillen in toxiciteit) die dit heeft voor de organismen hoger in de voedselpyramide. Wood et al. (1987) meldden reeds een selectieve opname van de verschillende PCB-congeneren voor *Chironomus tentans*. Deze bio-uptake verschilt waarschijnlijk per groep van insecten. Voor zware metalen als kwik, lood en cadmium bestaan sterke verschillen in het opnamepercentage door de darmwand (Mason & Macdonald, 1986).

Conclusies en aanbevelingen

De otterbiotopen worden in ons land momenteel het meest bedreigd door de kwaliteit van het aquatisch milieu. Door de cultuurtechnische druk op het landelijk gebied zijn voorheen kenmerkende kwelgebieden, zoals de Rottige Meenthe en De Deelen, veranderd in inzijgingsgebieden. Dit maakt de inlaat van boezemwater, indirect IJsselmeer- c.q. Rijnwater noodzakelijk. Van de drie onderzochte otterbiotopen is het meest van deze invloed geïsoleerde gebied (De Deelen) nog het minst vervuild.

De kwaliteit van waterbodems is — ook op de meest onverwachte en on-

verdachte plaatsen — van dien aard, dat de reproductie en het voortbestaan van de Otter ernstig gevaar lopen. Bijzonder verdacht zijn PCB's en in mindere mate kwik. Microverontreinigingen hechten zich sterk aan het bodemslib. De normen voor microverontreinigingen zijn nog onvoldoende uitgekristalliseerd; zij dienen mede gebaseerd te worden op accumulatie, afbreekbaarheid en toxiciteit. Daarnaast moeten veiligheidsfactoren worden ingebouwd in verband met synergetische effecten (tussen stoffen onderling of met stressfactoren, zoals kou en voedselschaarste). Voor PCB's zijn de A-waarde uit de Interimwet bodemsanering of de referentiewaarden uit het Milieuprogramma 1988-1991 in dit verband veel te ruim. Een ecologisch verantwoorde norm bedraagt ca 1 (Jonge Poerink & Huls, 1987) à 1.8 ug.kg^{-1} droge stof (tabel 1). Voor kwik kan nog geen goede referentiewaarde worden herleid. De gevonden gehalten in Otters zijn — in vergelijking met cadmium en lood — opmerkelijk hoog (tabel 2). De gevonden gemiddelde waarde in de waterbodems van de drie otterbiotopen (0.27 mg.kg^{-1}) is reeds vrijwel gelijk aan de huidige referentiewaarde (0.3 mg.kg^{-1}).



S. Broekhuizen

Het is om meer dan één reden (zoals wetenschappelijk: signaalfunctie en beleidsmatig: doelvariabele) nodig de Otter voor ons land te behouden. Wanneer de Otter uitsterft, verdwijnt daarmee de hoogste schakel, en tevens de klasse der zoogdieren, in de voedselpyramide van het zoete water. Vissen (zoals Paling) en vogels (zoals Aalscholver) vormen dan de top, doch hun indicatorwaarde is van geheel andere orde (Amiard-Triquet et al., 1987; Saris & Duel, 1987). De aandacht en inspanningen dienen zich echter te concentreren en wel op midden Friesland, met daarin

de kerngebieden De Deelen en de Oude Venen.

Naast een snelle aanpak (zowel brongericht als effectgericht) is — parallel — verder onderzoek onontbeerlijk. Op het gebied van ecologische normstelling dient nog veel werk verricht te worden, daarbij rekening houdend met de eerder vermelde factoren als accumulatie, afbreekbaarheid, toxiciteit, synergetische werking en stress onder veldcondities. Bij PCB's dient speciale aandacht geschonken te worden aan de afzonderlijke congenen en de accumulatie in hogere trofische niveaus. Ook in de wijze waarop waarden worden uitgedrukt, dient meer uniformiteit te worden betracht (totaal PCB-gehalte t.o.v. de som van zeven congenen; gehalten in drooggewicht, versgewicht en vet; etc.). Ook de leeftijd en het geslacht dienen vermeld te worden. Macro-evertebraten (Wood et al., 1987) en in het bijzonder muggelarven dienen in het ecosystemonderzoek betrokken te worden. Naast de metingen op zich zijn ook nauwkeurige gebiedsgebonden (stoffen)balansen nodig.

Aldus betreft het gewenste integrale karakter van het waterkwaliteitsbeheer zowel het gebied (het watersysteem met diverse compartimenten) als het ecosysteem (met diverse componenten), met aandacht voor onderzoek en voor (natuur)beheer. Daar is niet alleen de Otter bij gebaat.

Summary

The quality of the aquatic environment threatens the Otter.

In The Netherlands the Otter (*Lutra lutra*) is one of the most threatened species. One of the causes of its present decline is the contamination of the aquatic environment with micropollutants, particularly mercury and PCBs. Chemicals such as these accumulate within the foodchain, causing toxic effects in top predators, as the Otter. Also in some physical still good otter biotopes in Friesland the aquatic environment is too much contaminated for the otter's survival. The applied reference values for PCBs are much too high, also because of its strong congener-specific accumulation. Immediate measures — concentrated in a limited area — are necessary for the preservation of the small otter population still present.

T. H. L. Claassen
Hoofdgroep Waterstaat en Milieu
Provincie Friesland
Postbus 20120
8900 HM Leeuwarden.