

van de prooi vindt dan plaats met de vibrissae, zij het minder efficiënt. Of de Otter zijn prooi voelt door de zwembewegingen van de vis of door direct contact met de vis, is nog niet bekend. Beschikt de Otter niet meer over vibrissae in water zonder doorzicht, dan hebben otters blijkens het experiment grote problemen met het bemachtigen van de prooi. Dit geeft aan, dat de tastzin otters met vibrissae in staat stelt zonder iets te kunnen zien toch prooi te kunnen vangen, en niet een ander zintuig. Ook om deze reden, namelijk het verminderde jachtvermogen van de Otter in troebel water, zijn de gevolgen van de eutrofiëring van het oppervlaktewater op het overleven van de soort *Lutra lutra* in Nederland kennelijk substantieel onderschat.

Summary

Ecological research on otters (*Lutra lutra*) in The Netherlands.

In 1980 regular surveys of otters were started, in which only spraints (faeces) and footprints were used as evidence of the presence of otters. It is discussed that otters, like other carnivores, use a certain strategy in deposition of their spraints at specific sites, as spraints are used in scent marking.

It appeared that a seasonal regularity exists in the spraint deposition in Friesland comparable to the situation in the U.K. The spraints were collected for several purposes. In order to distinguish the scent of spraints of individual Otters gaschromatography was used.

Spraint samples will also be used for chemical analyses of organochlorines and heavy metals to get an impression of the pollutional degree of otter habitats.

Prey remnants in the spraints made it possible to determine the diet of Dutch Otters with three different approaches. The analyses showed that only a small proportion of the diet consisted of Bream (*Abramis brama*) although the supply of this fish species is excessive as a result of the eutrophication of the Dutch inland waters. Because of this, other fish species are superseded by Bream. It is discussed that the eutrophication therefore must have a negative influence on food availability for the Otter. So far this might be a neglected factor in Otter survival in The Netherlands.

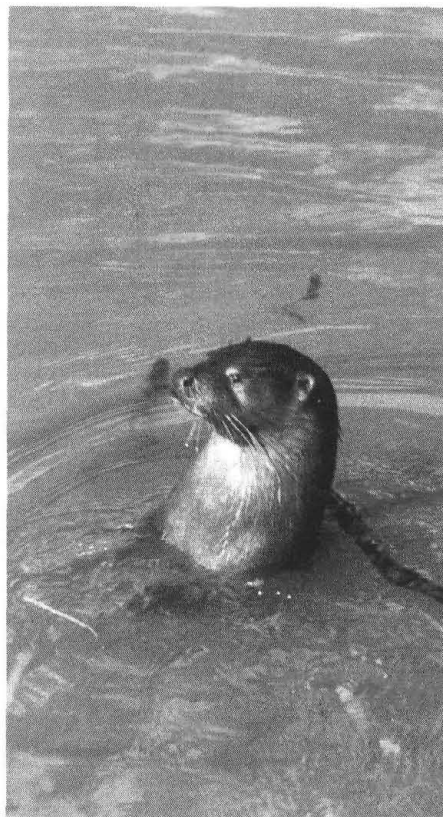
Met dank aan Tjibbe de Jong, die door zijn bijdrage aan het veldwerk en het verzamelen van spraints bovenstaand onderzoek mogelijk maakte.

Drs. ing. A. W. J. J. de Jongh
Voorzitter Stichting Otterstation Nederland
Stationsstraat 9
9711 AR Groningen.

Belasting van otters met zware metalen en PCB's

Sim Broekhuizen

Organen van vijf Nederlandse otters werden onderzocht op aanwezigheid van lood, cadmium, kwik en PCB-congeneren. De gevonden gehalten werden vergeleken met onderzoekresultaten betreffende otters in het buitenland. Met name de PCB-gehalten waren zo hoog, dat ernstig rekening gehouden moet worden met een verminderde voortplanting bij otters in Nederland.



De belangstelling voor zware metalen en PCB's in organismen is gestimuleerd door de gevolgen van calamiteiten waarbij deze stoffen in het milieu kwamen. Wat kwik betreft was dat bijvoorbeeld de sterfte die in Japan optrad onder mensen als gevolg van visconsumptie na lozing van alkylkwikverbindingen ('Minamataziekte'). Methylkwik verstoort o.a. de eiwitsynthese in hersencellen. Bij opname van cadmium kan de functie van de nieren onomkeerbaar beschadigd worden, terwijl chronische opname van lood o.a. kan leiden tot aantasting van het zenuwstelsel en tot verminderde reproductie.

De negatieve invloed van PCB's kwam vooral bij dieren aan het licht. In het begin van de jaren zestig bleken op nertsenfarms rond de grote meren in Noord-Amerika zowel de voortplanting als de overleving van de jongen drastisch terug te lopen. Dit bleek het gevolg te zijn van de hoge PCB-belasting van de vis uit deze meren, waarmee de nertsen werden gevoerd (Auerlich & Ringer, 1977). PCB's veroorzaken een verhoogde microsomaal enzymactiviteit in de lever, waardoor de geslachtshormonen versneld worden afgebroken, wat een verminderde vruchtbaarheid tot gevolg heeft (Reijnders, 1980). Tevens bevorderen PCB's de ontwikkeling van tumoren. Vanwege hun intensieve uitwisseling met de omgeving kunnen bioconcentratie en -accumulatie van zware metalen en PCB's in de eerste plaats bij aquatische organismen worden verwacht.

Als top-predator in het aquatische milieu loopt de Otter een sterk verhoogd risico te veel van deze stoffen binnen te krijgen. Hoe hoog dat risico precies is, is moeilijk vast te stellen. Otters lenen zich relatief slecht voor experimenteel toxicologisch onderzoek en zijn er in veel landen ook te zeldzaam voor geworden. Er is dan ook weinig bekend over de gevoeligheid van otters voor verontreinigingen. Noodgedwongen is men meestal aangewezen op vergelijkingen met andere, meer of minder vitale otterpopulaties, of met andere visetende zoogdieren. De Amerikaanse nerts of Mink (*Mustela vison*), ook een visetende marterachtige, komt daarvoor het meest in aanmerking.

Materiaal en methode

Tot nu toe konden weefsels van vijf Nederlandse otters worden onderzocht. Gegevens met betrekking tot de dieren zijn

samengevat in tabel 1.

Alle otters werden opgezet. Door medewerking van de vinders of de preparateurs was het toch mogelijk weefsels te verzamelen voor chemische analyse door de Chemische Sectie van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Voor de bepaling van zware metalen werden de monsters opgelost in sterk zuur. Lood en cadmium werden bepaald via atomaire absorptiespectrografie, kwik via de koude-dampmethode. Voor de bepaling van PCB's wordt verwezen naar Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman (1988).

Resultaten en discussie

Zware metalen

De analyseresultaten met betrekking tot lood (Pb), cadmium (Cd) en kwik (Hg) zijn samengevat in tabel 2. De concentraties bij de otters 84/35, 84/36 en 86/17 werden alleen voor drooggewicht (dw) bepaald; voor de otters 87/140 en 88/173 werden ook de concentraties voor natgewicht (fw) bepaald. Op grond van de bij deze laatste dieren gevonden verhoudingen tussen beide concentraties en die welke werden gevonden bij een Otter uit Nedersaksen (Prauser, in druk), zijn voor de andere dieren de concentraties voor natgewicht berekend door de drooggewichtgehalten in de lever te vermenigvuldigen met 0,27 en die in de nier met 0,23 (getallen tussen haakjes in tabel 2). Uit de tabel blijkt dat de verschillen in concentraties tussen de otters gering zijn.

Ter beoordeling van de gevonden lood-, cadmium- en kwikconcentraties in de levers is in tabel 3 de gemiddelde waarde voor natgewicht vergeleken met de waarden die bij buitenlandse otters werden vastgesteld.

Met betrekking tot lood blijkt deze waarde min of meer gelijk te zijn aan die welke werden vastgesteld bij een Otter uit het Nedersaksische stroomgebied van de Elbe (Prauser, in druk) en bij Canadese rivierotters (*Lutra canadensis*) uit de niet-verontreinigde English River (Ontario) (Wren et al., 1988). Deze zijn belangrijk lager dan die welke werden gevonden bij otters in Groot-Brittannië (Mason et al., 1986) en Virginia (USA) (Anderson-Bledsoe & Scanlon, 1983). De concentraties liggen ook ruim onder het niveau dat als verontrustend bij zoogdieren wordt aangemerkt (5-10 mg.kg⁻¹) of dat waarbij verschijnselen van loodvergiftiging optreden (meer dan 10 mg.kg⁻¹ (Ditters & Nielsen, 1978).

Voor nieren lijkt de kritische waarde bij zoogdieren te liggen bij 25 mg.kg⁻¹ drooggewicht (Ma, in druk). Ten aanzien van deze referenties lijkt de loodbelasting bij de onderzochte Nederlandse otters niet verontrustend hoog.

De referenties voor cadmium zijn dezelfde als met betrekking tot lood; de Zweedse gegevens zijn ontleend aan Frank (1986). De Nederlandse waarden zijn relatief laag en liggen volgens Anderson-Bledsoe & Scanlon (1983) ruim onder het toxische niveau. Deze auteurs wijzen er echter wel op dat bij otters niet bekend is welke fysiologische effecten combinaties van twee metalen als lood en cadmium hebben. Zij memoreerden in dit verband bevindingen bij laboratoriumratten, waarbij lage concentraties van beide metalen samen een grotere remmende werking op de spermatogenese hadden dan dezelfde concentratie van elk van de metalen apart.

De gemiddelde kwikconcentraties in levers van otters uit Noorwegen, Ontario (het onbewoonde stroomgebied

van Tadénac Lake; Wren, 1984), Manitoba (het niet-vervuilde stroomgebied van de Grass River; Kucera, 1983) en het noordoosten van de USA (Connecticut en Massachusetts; O'Connor & Nielsen, 1981) zijn in tabel 3 opgenomen, omdat hiervan expliciet werd vermeld dat er geen of zeer weinig verontreiniging met kwik voorkwam. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde concentratie van de onderzochte Nederlandse otters relatief laag is, lager zelfs dan bij de Canadese otters uit niet tot nauwelijks bewoonde gebieden. De relatief hoge kwikconcentratie bij deze dieren is waarschijnlijk een gevolg van de hogere zuurgraad van de watersystemen, wat weer samenhangt met de aard van de bodem en het gesteente in het stroomgebied (Wren et al., 1986).

Opmerkelijk zijn de gegevens met betrekking tot de kwikconcentraties in levers van otters van Shetland (Kruuk et al., in druk). Deze bleken relatief hoog te zijn, waarschijnlijk als gevolg van onderzeese vulkanische activiteit in de

nummer	84/35	84/36	86/17	87/140	88/173
plaats van herkomst	Rottige Meenthe	omgeving Warffum ¹⁾	Rottige Meenthe	A7 t.h.v. Terwispeel	A7 t.h.v. Oudeweg
Amersfoort-coördinaten	189-538	(233-601)	188-537	197-156	178-555
jaar vinddatum	1982 herfst	1983 herfst	1986 24 febr.	1987 22 juli	1988 14 sept.
geslacht	♀	♂	♂	♂	♀
leeftijd	adult	adult	1e jaars	adult	adult
gewicht	5,69 kg	-	5,95 kg	5,00 kg	-
doodsoorzaak	verkeer	?	ziekte	verkeer	verkeer
bijzonderheden	lacterend	bout z. schedel	lever-tumor	smalle uterus ²⁾	niet lacterend

¹⁾: plaats van herkomst niet met zekerheid bekend
²⁾: hoewel dit dier een reeds redelijk sterk afgesleten gebit had, werd op grond van de nog smalle uterus aangenomen dat het nog geen jongen had gehad.

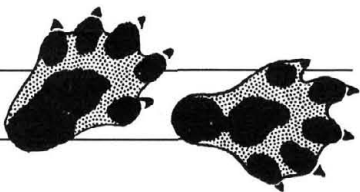
Tabel 1. Gegevens met betrekking tot de Nederlandse otters waarvan weefsels werden onderzocht.

Data about the Dutch otters of which tissues were analysed.

		otters									
		84/35		84/36		86/17		87/140		88/173	
		dw	fw	dw	fw	dw	fw	dw	fw	dw	fw
		0,6 1,3 —	(0,2) (0,3) —	0,7 0,9 —	(0,2) (0,2) —	0,2 0,3 —	(0,05) (0,07) —	0,2 0,4 0,1	0,05 0,08 0,02	— — 0,1	— — 0,02
Pb lever		0,7 1,0 —	(0,2) (0,2) —	0,5 0,6 —	(0,1) (0,1) —	0,4 0,8 —	(0,1) (0,2) —	0,4 0,6 0,3	0,11 0,12 0,07	— — 0,1	— — 0,01
Cd lever		1,2 0,9 —	(0,3) (0,2) —	3,4 4,0 —	(0,9) (0,9) —	2,9 5,6 —	(0,8) (1,3) —	2,6 1,6 1,3	0,70 0,32 0,30	— — 1,9	— — 0,44
Hg lever											
nier											
spier											

Tabel 2. Concentraties (mg.kg⁻¹) van de zware metalen lood, cadmium en kwik in lever-, nier- en/of spierweefsel als drooggewicht (dw) en natgewicht (fw).

Concentrations (mg.kg⁻¹) of the heavy metals lead, cadmium and mercury in liver, kidney and/or muscle tissue as dry weight (dw) and fresh weight (fw).



buurt. Hoge waarden werden vooral aangetroffen bij dieren die een natuurlijke dood waren gestorven; gemiddeld drie maal zo hoog als bij dieren die door menselijke activiteit werden gedood. De natuurlijk gestorven dieren waren vaak in een slechte conditie ten gevolge van voedselschaarste, terwijl de gedode dieren meestal in goede conditie verkeerden. Bij een aantal natuurlijk gestorven dieren werden symptomen waargenomen die kenmerkend zijn voor kwikvergiftiging. Op grond hiervan kan worden geconcludeerd dat een kwikconcentratie van 7 mg.kg⁻¹ in de lever voor een gezonde Otter risico's kan opleveren wanneer de omstandigheden minder gunstig zijn. Geen van de Nederlandse Otters haalde echter dat niveau.

In Friesland lijkt de kwikbelasting van het milieu geen direct gevaar op te leveren voor de Otter.

PCB's
Polychloorbifenylen (PCB's) zijn bifenylen waarvan één of meer waterstofatomen zijn vervangen door chlooratomen. Met betrekking tot het aantal en de positie van de chlooratomen, zijn er 209 varianten mogelijk, die worden aangeduid als congenen. De nummering van de congenen vindt plaats volgens de IUPAC-regels. Bij de produktie worden niet alle congenen gevormd: tot nu toe zijn er 182 bekend. Hun oplosbaarheid in water is gering, die in vet beter, vooral voor de hoger gechlorideerde PCB's (CCRX, 1986).

In tabel 4 zijn de concentraties (mg.kg⁻¹) van zowel het totaal aan PCB's als van de verschillende PCB-congenen samengevat, voor zover deze werden geëxtraheerd uit vet van de onderzochte otters. Voor de otters 84/35, 84/36, 86/17 en 87/140 is het gemiddelde van de concentraties in lever- en niervet weergegeven (zie voor de afzonderlijke gegevens Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988). Van Otter 88/173, waarvan alleen een leeggereden huid en een vrijwel gave staart aanwezig waren, is vet onderzocht dat tussen de spierbundels bij de staartbasis zat. Aan gezien PCB's zich vrij gelijkmatig over het lichaamsvet verspreiden, kunnen de waarden toch worden vergeleken.

In tabel 4 is ook een indicatie opgenomen van het relatieve voorkomen van PCB-congenen in rode Aal (Paling in de fase van sterkste groei) uit het stroomgebied van de Rijn, ontleend aan

Lood	N	gemiddelde	range
Nederland	4	0,12	0,05-0,2
Nedersaksen	1	0,10	
Ontario (Canada)	12	0,12	
Groot-Brittannië	19	2,20	nd- 5,86
Virginia (USA)	357	2,14	nd-55,89
Cadmium			
Nederland	4	0,13	0,1-0,2
Nedersaksen	1	0,025	
Ontario (Canada)	19	0,08	(SD = 0,05)
Groot-Brittannië	19	0,27	nd - 0,54
Zweden	3	0,35 ¹⁾	0,26 - 0,82
Virginia (USA)	357	0,12	nd - 1,58
Kwik			
Nederland	4	0,68	0,3 - 0,9
Nedersaksen	1	7,9	
Groot-Brittannië	19	5,37	1,2 - 20,5
Shetland, gedood	26	7,47	nd - 20
nat. sterfte	19	23,04	nd - »50
Zweden ¹⁾	8	16,5	4,1 - 30,7
Ontario (Canada)	7	3,0	(SD = 2,2)
Manitoba (Canada)	17	1,7	0,5 - 3,5
N.O. USA	28	1,63	0,3 - 5,1

nd: niet te detecteren
SD: standaard deviatie
¹⁾ mediaanwaarde
¹⁾ Erlinge, 1972

Tabel 3. Lood, cadmium- en kwikconcentraties (mg.kg⁻¹ natgewicht) in levers van otters uit diverse landen.
Lead, cadmium, and mercury concentrations (mg.kg⁻¹ fresh weight) in livers of otters from different countries.

PCB congeener	Otter					Aal Eel	slib mud
	84/35	84/36	86/17	87/140	88/173		
7							x x
28						x	
31						x	
44						x	x
47						x	
49	1,1		7,8			x	x
52						x x	x x
66/95						x x	x x
87/90						x	x
97						x	x
101						x x	x x
105		1,2	2,7				
110						x x	
118		7,0	15,8	3,1	1,1	x x	
128		0,8	2,4			x	x
138	0,7	12,3	41,9	17,7	3,1	x x	x x
141		0,8				x	x
146		2,2	4,2				
149						x x	x x
151						x	x
153	0,8	14,3	53,5	22,4	5,7	x x	x x
156/193		3,4	9,3	8,3			
167		0,5	1,3				
170		8,3	29,7	10,3	1,6	x	x
176		0,6					
177		1,4	0,8	0,8			
180		8,8	33,7	15,5	3,8	x	x
183		0,8	1,6	0,5			
187		2,6	3,0	0,9		x x	x
189			1,0				
194		1,9	9,2	2,7	0,7	x	
196		0,8	1,9	0,6			
201						x	x
206		0,8	2,5	0,9			
208		1,0	2,6	0,8			
209		1,5	4,2		0,5		
totaal	3,9	72,7	231,2	84,1	19,2		

Tabel 4. Concentraties (» 0,4 mg. kg⁻¹) van PCB-congenen en van totaal-PCB in vet van otters uit het noorden van Nederland en het relatieve voorkomen van PCB-congenen in Paling (Kerkhoff et al., 1986) en in slibmonsters van Nederlandse rivierbodems (Kerkhoff et al., 1982). x = matig, x x = veel.
Concentrations (» 0,4 mg.kg⁻¹) of PCB congeners and total PCB in fat of otters from the north of The Netherlands, and the relative occurrence of congeners in Eel (Kerkhoff et al., 1986) and in some sediments from Dutch rivers (Kerkhoff et al., 1982). x = moderate, x x = high.

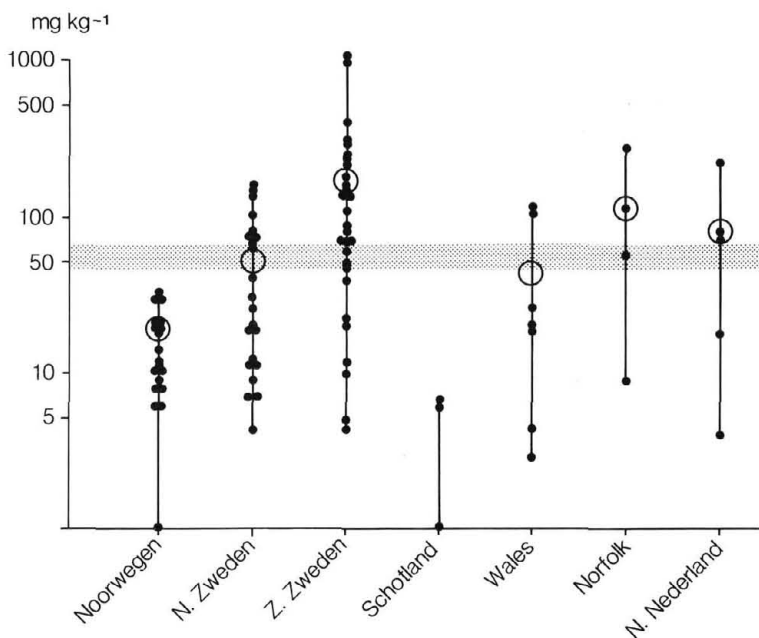
Fig. 1. Spreiding en gemiddelde waarden (open cirkel) van PCB-concentraties die werden gevonden in vet van otters uit Scandinavië (Olsson & Sandgren, in druk), Groot-Brittannië (Mason et al., 1986) en Nederland, vergeleken met het niveau waarbij Jensen et al. (1977) vonden dat Amerikaanse nertsen problemen kregen met de voortplanting (ca 50 mg. kg⁻¹ gearceerd).

Ranges and mean values (circle) of PCB concentrations found in fat of otters from Scandinavia (Olsson & Sandgren, in press), Great-Britain (Mason et al., 1986) and The Netherlands, in comparison with the level at which Jensen et al. (1977) found that Mink exhibited reproductive failure (ca 50 mg.kg⁻¹, hatched).

Kerkhoff et al. (1986) en in een aantal slibmonsters uit de grote rivieren, ontleend aan Kerkhoff et al. (1982). Congeneren die in Paling niet of nauwelijks werden aangetroffen en bij geen der otters de concentratie van 0,4 mg.kg⁻¹ haalden, zijn niet opgenomen. Ze zijn wel in de totaalwaarden betrokken.

Het blijkt dat laaggechloroerde PCB's door otters worden gemetaboliseerd. Van de hooggechloroerde congeneren, die in slib en Aal vaak onder de detectiegrens liggen en moeilijk afbreekbaar zijn, vindt een sterke bio-accumulatie plaats.

De verhouding waarin de congeneren bij de otters voorkwamen, blijkt te verschillen. De oorzaak van deze verschillen is onbekend. Het is mogelijk dat plaatselijke PCB-lozingen hierbij een rol spelen, omdat congener 49 alleen bij de beide dieren uit de Rottige Meenthe werd aangetroffen. Ook kunnen verschillen in het bodemsediment en de voedselkeuze een rol hebben gespeeld. Ook de concentratie totaal-PCB is voor de onderzochte otters verschillend. De oorzaak van de verschillen is waarschijnlijk complex. Naast verschillen in voedselaanbod en voedselkeuze, kunnen ook de leeftijd en het geslacht een rol spelen. Opvallend is dat de dieren met de laagste concentraties beide wat oudere wijfjes waren. Mogelijk dat deze dieren een deel van hun PCB-belasting via jongen en melkgift zijn kwijtgeraakt. Ook de conditie van de dieren zal een rol spelen. Bij dieren in een slechte conditie, die al sterk op hun lichaamsvet inteerden, zal de concentratie in het resterende vet aanzienlijk zijn verhoogd. Dit lijkt het geval te zijn bij Otter 86/117 uit de Rottige Meenthe, die naast een ernstige longontsteking, ook een levertumor en nierstenen had (Broekhuizen, 1986).



Grenswaarden voor PCB's

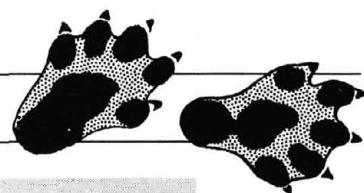
In figuur 1 zijn de bij Nederlandse otters gevonden PCB-concentraties in vet vergeleken met die van otters uit enkele andere Europese landen. Het lijkt erop dat de situatie voor de Noordnederlandse otters gemiddeld ongunstiger is dan bij de otters uit het noorden van Zweden en uit Wales, waar de stand zich handhaaft of zelfs weer wat toeneemt (Olsson & Sandegren, in druk; Crawford & Andrews, 1987). Ze lijkt op die in Norfolk, waar de otterstand sterk achteruit is gegaan (Mason & Macdonald, 1986), net als in Zuid-Zweden (Olsson & Sandegren, op. cit.).

Op grond van de Scandinavische gegevens uit figuur 1 concludeerden Olsson en Sandegren dat de kritische waarde voor de PCB-concentratie in spiervet van otters rond de 50 mg.kg⁻¹ ligt. Ze dachten daarbij ondersteuning te vinden in het feit dat Jensen et al. (1977) bij Amerikaanse nertsen een verlaagde reproductie hadden gevonden, nadat die gedurende twee maanden een dieet met daaraan toegevoegd 3,3 mg.kg⁻¹ PCB's hadden gehad en daarbij in het spiervet een PCB-concentratie van gemiddeld 86 mg.kg⁻¹ hadden opgebouwd. Eerder hadden Platonov en Karstad (1973) echter al een verminderde reproductie bij Amerikaanse nertsen gevonden na toediening van voedsel met slechts 0,64 mg.kg⁻¹ PCB's gedurende 3,5 maanden. Omdat het aannemelijk leek dat bij opname over een langere tijd nog lagere concentraties van PCB's remmend op de voortplanting werken, werd bij het Rijksinstituut voor Natuurbeheer

aan Amerikaanse nertsen gedurende 13 maanden voedsel aangeboden waarbij 0,025 mg PCB's per dag werd opgenomen. Ook dit leidde tot een verminderde reproductie. Na afloop van de proef bleek een gemiddelde concentratie van 12 mg.kg⁻¹ PCB's in de lever te zijn opgebouwd. Zelfs een tien maal kleinere opname van 0,0025 mg PCB's per dag gedurende ruim een half jaar leidde nog tot een verminderde voortplanting (Den Boer, 1984).

Op grond van literatuurgegevens met betrekking tot het voedsel van otters in eutrofe laaglandgebieden (Webb, 1975; Erlinge & Jensen, 1981) en over gehalten van PCB's in vis uit Friesland en Noordwest-Overijssel (Renema & Zeilstra, 1982; De Boer & Dao, 1988) kan worden berekend dat otters in het noorden van ons land met het voedsel dagelijks ongeveer 0,1 mg PCB's opnemen (Broekhuizen & De Ruiter-Dijkman, 1988). Per kg lichaamsgewicht is dat ca 0,02 mg, bijna net zoveel als de Amerikaanse nertsen bij de eerstgenoemde proef van Den Boer (op. cit.) toegediend kregen. Dat betekent dat bij de huidige belasting van vis met PCB's ernstig rekening moet worden gehouden met een verminderde voortplanting bij de otters.

De hierboven aangehaalde extrapolaties en vergelijkingen zijn natuurlijk speculatief en hebben een beperkte waarde. Zo krijgen otters geen industriële PCB-preparaten toegediend, maar door vissen opgenomen PCB's. Het is de vraag of de opname per kg lichaamsgewicht het juiste criterium is. Tenslotte is



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

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

... maakt voor aquatische levensgemeenschappen waarvan ook hogere organismen, zoals diverse vissoorten, deel uit kunnen maken en tevens ecologische behoeften beschermen.

— 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

animals from the same locality. The highest concentration was found in a young male, died by pneumonia and suffering from a

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 burden 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.

dr. S. Broekhuizen
Rijksinstituut voor Natuurbeheer
afdeling Dieroecologie
Kemperbergerweg 67
6816 RM Arnhem