

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

rijkswaterstaat

dienst getijdewateren

nr. *GWWS - 88.503*

bibliotheek

001

notitie

GWWS-88.503

• dienst getijdewateren
• Post
• Postweg 31 -
• PG Middelburg

aan : SAWES, CWOB
van : J. Stronkhorst
datum : november 1988
onderwerp : Microverontreinigingen in enkele soorten bodemdieren uit de Westerschelde, zomer 1987

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING
2. MATERIALEN EN METHODE
 - 2.1. Bemonstering
 - 2.2. Analyse microverontreinigingen
3. RESULTATEN
 - 3.1. Algemeen
 - 3.2. Percentage droge stof, organische stof, asrest en vet
 - 3.3. Gehalten organische microverontreinigingen
 - 3.4. Gehalten zware metalen
4. DISCUSSIE
 - 4.1. Vergelijking tussen geselecteerde bodemdieren
 - 4.2. Vergelijking JMP-data 1987
 - 4.3. Vergelijking met andere Nederlandse kustwateren
 - 4.4. Verhouding tussen de gehalten in water, bodem en biota
 - 4.4.1. Algemeen
 - 4.4.2. Verhouding bodemdieren/seston
 - 4.4.3. Verhouding sediment/seston en seston/water
 - 4.4.4. Verhouding visdiefje en bot/bodemdier
 - 4.4.5. Bioconcentratiefactoren
5. CONCLUSIES
6. LITERATUUR

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 2

rijkswaterstaat
divisie water
bibliotheek
grens
4030 Den Haag

1. Inleiding

In het project SAWES wordt onderzoek gedaan naar bioaccumulatie in de Westerschelde. In dit kader zijn veldgegevens verzameld van de biomassa en de gehalten microverontreinigingen in bodemdieren voor:

- calibratie en validatie van bioaccumulatie model(len),
- voor het opstellen van een toxicanten balans van de Westeschelde,
- een beschrijving van effecten op hogere trofische niveau's op basis van relaties uit de literatuur.

In augustus 1987 zijn bodemdieren bemonsterd in het intergetijdgebied van de Westerschelde. Voor de chemische analyses zijn een zestal bodemdieren geselecteerd waarmee verschillende bodemdiergroepen met verschillen in voedselkeuze vertegenwoordigd zijn en die tevens in de Westerschelde in voldoende mate aanwezig zijn:

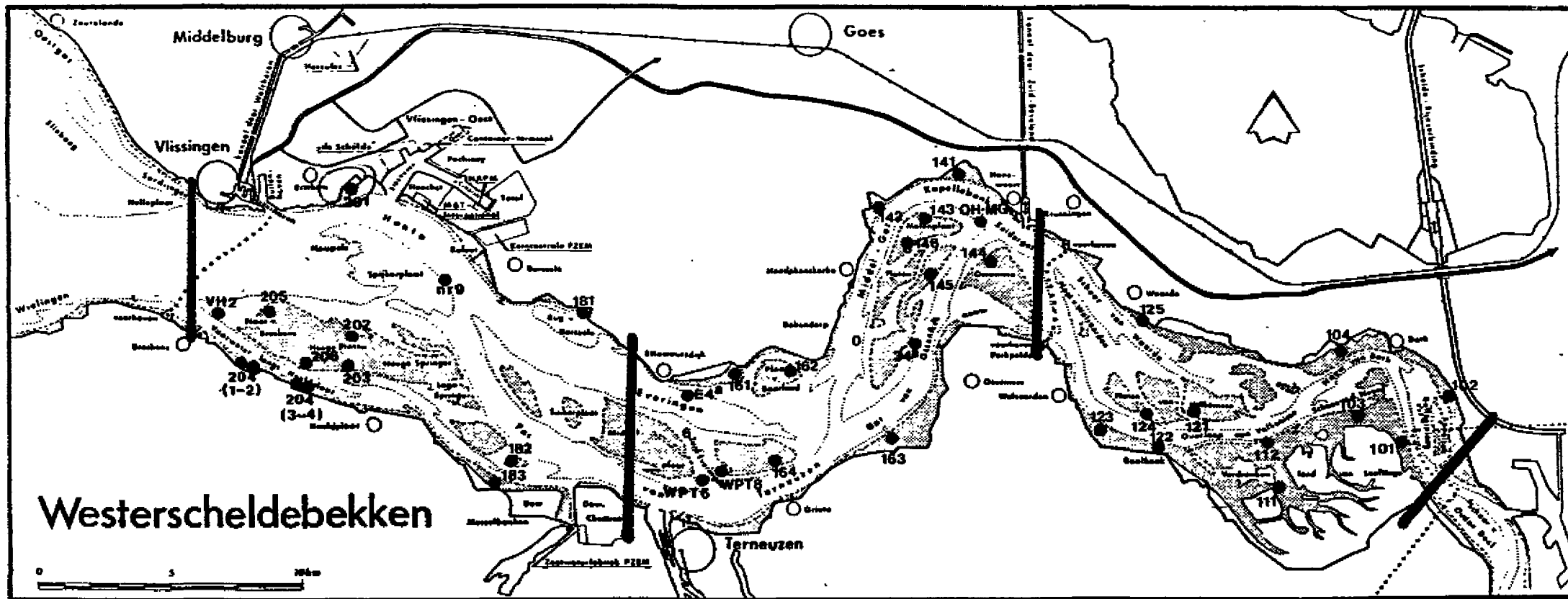
- Garnaal (Crustaceae/carnivoor),
- Slijkgarnaal (Crustaceae/depositfeeder),
- Wadpier (Polychaet/depositfeeder),
- Zeeduizendpoot (Polychaet/omnivoor),
- Mossel (Mollusca/filterfeeder),
- Nonnetje (Mollusca/depositfeeder).

De analyses zijn gefaseerd uitgevoerd. In deze notitie worden de eerste resultaten gerapporteerd.

Bij de bemonstering zijn tevens monsters genomen voor de bepaling van de dichtheid en biomassa van het macrozoöbenthos: de verwerking en rapportage is uitgevoerd door de Rijksuniversiteit in Gent (lit. 10).

In deze notitie worden de resultaten van chemische analyses gepresenteerd. De gehalten tussen de geselecteerde organismen worden onderling vergeleken en nagegaan wordt of er sprake is van een oost-west gradiënt in de gehalten van de diverse toxicanten. Tevens is een globale vergelijking gemaakt met de gehalten in andere zoute wateren en is nagegaan hoe de gehalten in de bodemdieren zich verhouden tot de gehalten in water en bodem.

WESTERSCHELDE BEMONSTERINGSPUNTEN



Figuur 1

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 3

2. Materialen en methoden

2.1. Bemonstering

De bemonstering van Garmaal, Slijkgarnaal, Wadpier, Zeeduizendpoot en Nonnetje heeft plaatsgevonden tussen 24-28 augustus 1987 op 30 locaties (fig. 1). De locaties liggen in het brakke, het overgangs- en mariene deel van het estuarium en zijn binnen elke zone verdeeld in locaties met zandige en slibrijke bodem; zie meetprogramma (lit. 1). In hoofdstuk 3 worden de resultaten in bovengenoemde 3 zones gegroepeerd. De locaties liggen rond N.A.P., zodat de overspoelingsduur voor alle punten gelijk is. Het is bekend dat Garmaal, Zeeduizendpoot en Nonnetje over het gehele estuarium voorkomen. Slijkgarnaal komt hoofdzakelijk voor in het overgangs- en brakke deel, terwijl in het brakke deel geen Mossel aangetroffen wordt en geen Wadpier in het meest oostelijk deel van het brakke gebied door het lage chloridegehalte.

Voor de chemische analyses zijn Wadpier en Zeeduizendpoot verzameld met een riek; Garmaal is in het ondiepe water ter hoogte van de locatie met een kleine boomkor gevangen, terwijl voor het verzamelen van Slijkgarnaal over ca. 1 m² de bovenste 5-10 cm van het sediment is gezeefd over een roestvrijstalen zeef (1 mm).

De bodemdieren zijn direct in een polyethyleen fles gedaan met gefiltreerd Oosterscheldewater (evt. "verdund" met demiwater om een vergelijkbaar zoutgehalte ter plaatse te krijgen).

De flessen zijn in koelboxen 2 à 7 uur bewaard. Na transport zijn in het laboratorium de bodemdieren opnieuw gedurende ca. 1 uur verwaterd. In monsters met Slijkgarnaal is veel slib en detritus aanwezig. Om "schoon" materiaal te krijgen is het monster in een ondiepe bak met water geplaatst, met een lamp erboven, zodat de Slijkgarnaal naar het licht toe zwemt. Dit materiaal is met een theezeef afgevangen.

Na het verwateren is het totaal natgewicht bepaald en zijn de monsters

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 5

in glazen flesjes (250 ml) gedaan en ingevroren. De glazen flesjes en de eerder genoemde p.e. flessen zijn vooraf gereinigd met verdund zwavelzuur en hexaan.

De Mosselen zijn verzameld op 1-9-1987 vanaf 6 boeien tussen Breskens en Hansweert (zie fig. 1). De boeien zijn sinds ca. 1-9-1985 niet meer gereinigd, zodat voldoende Mosselen aanwezig zijn. De Mosselen zijn 15 uur verwaterd in gefiltreerd Oosterscheldewater. Per boei is van 20 Mosselen de lengte bepaald. Deze zijn vervolgens in vloeibaar stikstof gehouden, waarna het vlees eenvoudig uit de schelp gehaald kon worden. De locaties en hoeveelheden van de aldus verzamelde bodemdieren zijn vermeld in bijlage 1.

In enkele Mosselen zijn in het kader van het project INDICAT bepalingen uitgevoerd naar de scope for growth, Neotetrazoliumreductase reactie en de aanwezigheid van metallothioneinen. Deze bepalingen geven een indicatie van de fysiologische reacties op de aanwezigheid van organische en anorganische microverontreinigingen. Aangezien nog niet alle mosselmonsters op zware metalen en organische micro's zijn geanalyseerd, zal een vergelijking met deze resultaten in een later stadium uitgevoerd worden.

2.2. Analyse microverontreinigingen

Voor de chemische analyses in de eerste fase van het onderzoek zijn in totaal 24 monsters geselecteerd uit de vakken 10, 12, 14 en 20 om een grote spreiding in gehalten te verkrijgen door een evt. oost-west gradiënt; zie tabel 1.

Welke microverontreinigingen zijn voor de Westerschelde het meest van belang? In het SAWES projectplan (lit. 2) zijn de volgende parameters genoemd: PCB, PAK, Lindaan, PCP, Zn, Cu, Fe, Mn, Hg, Cd en Cr.

Een indicatie van de concentratieniveau's van deze stoffen in bodemdieren kan worden verkregen met gegevens van mosselen uit de Westerschelde die in het kader van het Joint Monitoring Programme zijn verzameld

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 6

Tabel 1. Overzicht van de bodemdierenmonsters die in de 1^e fase zijn geanalyseerd.

Organisme	Locatie													
	103	104	121	123	boei OH-MG	142	143	146	boei 34A	nr9	201	202	204	boei VH2
Garnaal	x						x					x		
Slijkgarnaal	x			x		x								
Zeeduizendpoot	x	x				x					x		x	
Wadpier			x	x		x					x	x		
Nonnetje	x							x				x	x	
Mossel					x				x	x				x

(lit. 5). De PAK-, Lindaan-, Cu- en Cr-gehalten blijken vergelijkbaar te zijn met die in mosselen uit het referentiegebied de Oosterschelde. In Mosselen uit de Westerschelde zijn de PCB- en cadmiumconcentraties relatief hoog en het zink- en kwikgehalte matig verhoogd. Van PCP zijn geen gegevens van gehalten in biota voorhanden. Fe en Mn zijn toxicologisch gezien weinig relevant.

Voor de analyses in de bodemdieren zijn de volgende parameters geselecteerd:

- PCB's, omdat ze als één van de belangrijkste probleemstoffen in het mariene milieu worden beschouwd en in relatief hoge concentraties in de Westerschelde aanwezig zijn;
- PAK's, omdat van deze groep weinig bekend is in andere organismen dan de mossel;
- Cadmium, koper en kwik vanwege hun intrinsieke toxiciteit en voor cadmium vanwege de hoge concentraties in de Westerschelde;
- Zink en chroom, omdat deze stoffen eenvoudig en zonder veel kosten zijn te bepalen;

PCP en Lindaan zijn voorlopig buiten beschouwing gelaten vanwege de extra analysekosten.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 7

De analyses zijn uitgevoerd in het DGW-laboratorium te Groningen. De monsters zijn gehomogeniseerd met een Ultra Turrax en gevriesdroogd tot een homogeen poeder.

Voor de zware metalen zijn de monsters ontsloten d.m.v. een bomdestructie met HNO_3 . Kwik is volgens de koude dampmethode geanalyseerd, zink met een vlam AAS en koper en cadmium met een GFAAS.

Voor de vetbepaling en de PCB/PAK analyses zijn de monsters geëxtraheerd volgens de soxhletmethode (met penteen). PCB's zijn gemeten met een HP 5880 gaschromatograaf met twee capillaire kolommen en twee ECD-detectoren. PAK's zijn met een HP 1090 vloeistofchromatograaf met HP 104 6A fluorescentie detector bepaald.

In tabel 2 en 3 zijn de geanalyseerde PCB- en PAK componenten vermeld. De detectiegrens voor de PCB's en PAK's is $1 \mu\text{g/kg}$ droge stof. Voor cadmium, chroom, koper, kwik en zink zijn de detectiegrenzen resp. 0.1, 6, 1, 0.005 en 3 mg/kg droge stof.

Tabel 2. Individuele PAK-componenten die geanalyseerd zijn. Vermeld is de structuurnaam, de K_{ow} , de molecuulmassa M en het aantal ringen (zie paragraaf 4.4).

PAK-structuur	K_{ow}	M	Aantal ringen
1. Ace = acenafteen		-	-
2. Fl = fluoreen	4,18	116	3
3. Phe = phenanthreen	4,63	178	3
4. Ant = anthraceen		178	3
5. Flu = fluorantheen	5,22	202	4
6. Py = pyreen	5,22	202	4
7. BaA = benz(a)anthraceen		228	4
8. Ch = chryseen	5,91	228	4
9. BeP = benz(e)pyreen		252	5
10. BbF = benzo(b)fluorantheen	6,57	252	5
11. BkF = benzo(k)fluorantheen	6,84	252	5
12. BaP = benzo(a)pyreen	6,50	252	5
13. BghiP = benzo(ghi)peryleen	7,10	276	6
14. DahA = dibenz(ah)anthraceen		278	5
15. IP = indeno(123 cd)pyreen	7,66	276	6

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 8

Tabel 3. Individuele PCB-componenten die geanalyseerd zijn. Vermeld is de K_{ow} voor congeneer 18 t/m 138 volgens lit. 12 en voor congeneer 180 en 170 volgens lit. 16: zie par. 4.4.

PCB-structuur	K_{ow}
nr. 18. trichloorbifenyyl	5,60
nr. 15. dichloorbifenyyl	5,30
nr. 26. trichloorbifenyyl	5,50
nr. 31. trichloorbifenyyl	5,70
nr. 28. trichloorbifenyyl	5,80
nr. 52. tetrachloorbifenyyl	6,10
nr. 49. tetrachloorbifenyyl	6,10
nr. 44. tetrachloorbifenyyl	6,00
nr. 101. pentachloorbifenyyl	6,40
nr. 118. pentachloorbifenyyl	6,40
nr. 153. hexachloorbifenyyl	6,90
nr. 138. hexachloorbifenyyl	7,00
nr. 180. heptachloorbifenyyl	7,40
nr. 170. heptachloorbifenyyl	7,30

3. Resultaten

3.1. Algemeen

De analyseresultaten van de 24 bodemdiermonsters zijn opgenomen in bijlage 2; het betreft de ruwe data van de gehalten in het gevries-droogde materiaal.

De zware metalengehalten (par. 3.4) zijn omgerekend op basis van gewichtseenheid organische stof (= asvrij drooggewicht ADW of AVDW). De organische microverontreinigingen (par. 3.3) worden gepresenteerd op

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
 datum: .. november 1988
 bladnr: 9

basis van vet gewicht, hoewel het niet zeker is of dit een geheel juiste eenheid is, aangezien van bijv. PCB's vermoed wordt dat deze in de fosforlipide vrije fractie van het extraheerbare vet zit. Bij Garmaal is daarnaast het zeer lage vetgehalte (zie tabel 5) een bron van fouten als gevolg van de analyse-onnauwkeurigheid in de vetbepaling.

3.2. Percentages droge stof, organische stof, asrest en vet

Alleen in Garmaal en Mossel zijn de droge stofpercentages in het natte materiaal bepaald: zie tabel 4. Het overige materiaal is gevriesdroogd zonder daarin het vochtpercentage te bepalen.

Tabel 4. Droge stofpercentages in Garmaal en Mossel

Garmaal	locatie % d.s.	103 23,7	143 24,6	202 28,6	
Mossel	boel % d.s.	OH-MG 17,0	34A 21,6	nr. 9 16,5	VH2 15,8

De droge stofpercentages van het gevriesdroogde materiaal bedragen 90-95%. De ranges in de percentages organische stof, asrest en vet in het gevriesdroogde materiaal zijn voor de 6 onderzochte organismen in tabel 5 vermeld.

Tabel 5. Ranges in de percentages organische stof, asrest en vet in het gevriesdroogde materiaal.

Organisme	Organische stof	Asrest	Vet
Garmaal	69-71%	23-24%	0,51-0,74%
Slijkgarnaal	58-61%	31-34%	2,07-3,02%
Zeeduizendpoot	68-77%	16-23%	2,91-5,75%
Wadpier	50-70%	21-43%	3,46-6,83%
Nonnetje	73-78%	14-18%	2,29-4,70%
Mossel	72-81%	11-21%	3,21-5,38%

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
 datum: .. november 1988
 bladnr: 10

De percentages organische stof in Slijkgarnaal en in enkele Wadpieren zijn lager dan in de overige organismen. In de Wadpier zal ondanks het verwateren vermoedelijk nog sediment aanwezig zijn geweest.

Het vetpercentage in Garnaal is zeer laag ($\pm 0,5\%$, d.w.z. $0,1\%$ op nat-gewicht basis).

De Wadpier heeft het hoogst gemiddelde vetpercentage (5% van het droog-gewicht).

3.3. Organische microverontreinigingen

PCB's

In figuur 2 zijn voor alle onderzochte organismen de gehalten van de diverse PCB congenenereen weergegeven. De monsters zijn allen afkomstig uit het overgangsgebied (omgeving Molenplaat).

De congenenereen die de grootste bijdrage leveren in de totale PCB-concentratie in de bodemdieren zijn nr. 101, 118, 153, 138 en 180. In tabel 6 zijn van deze congenenereen de relatieve bijdragen vermeld, uitgedrukt als percentage van de som van alle geanalyseerde congenenereen.

Tabel 6. Bijdrage van enkele congenenereen als percentage (gemiddelde en standaardafwijking) van de som van alle geanalyseerde congenenereen.

Organisme	aantal waarn.	PCB congeneer				
		101	118	153	138	180
Garnaal	3	4 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	21 $\pm$ 3	21 $\pm$ 1	20 $\pm$ 1
Slijkgarnaal	3	14 $\pm$ 1	9 $\pm$ 0	26 $\pm$ 2	19 $\pm$ 1	13 $\pm$ 1
Zeeduizendpoot	5	5 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	35 $\pm$ 2	21 $\pm$ 1	11 $\pm$ 1
Wadpier	5	15 $\pm$ 1	9 $\pm$ 1	30 $\pm$ 3	18 $\pm$ 1	10 $\pm$ 2
Nonnetje	4	18 $\pm$ 1	10 $\pm$ 1	26 $\pm$ 3	18 $\pm$ 1	7 $\pm$ 0
Mossel	4	18 $\pm$ 1	10 $\pm$ 0	31 $\pm$ 1	20 $\pm$ 1	5 $\pm$ 0

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
 datum: .. november 1988
 bladnr: 11

Tabel 7. Overzicht van gehalten PCB-153, PCB-138 (mg/kg vet) in enkele soorten bodemdieren uit resp. de brakke-, overgangs- en mariene zone.

PARAMETER: PCB-153

g e b i e d

		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		1.69-2.43	1.15-1.37
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	2.36	1.38	1.70-1.59
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	1.83-3.39	1.62	1.20-0.88
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	2.74-2.64	2.57	1.24-0.86
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	3.52	1.76	0.54
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	4.47-4.66	4.25	
	punt	103-123	142	

PARAMETER: PCB-138

g e b i e d

		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		1.21-1.68	0.72-0.86
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	1.84	1.02	1.18-1.13
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	1.11-1.97	1.03	0.76-0.53
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	2.02-1.70	1.41	0.69-0.44
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	2.96	1.57	0.68
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	3.58-3.21	3.00	
	punt	103-123	142	

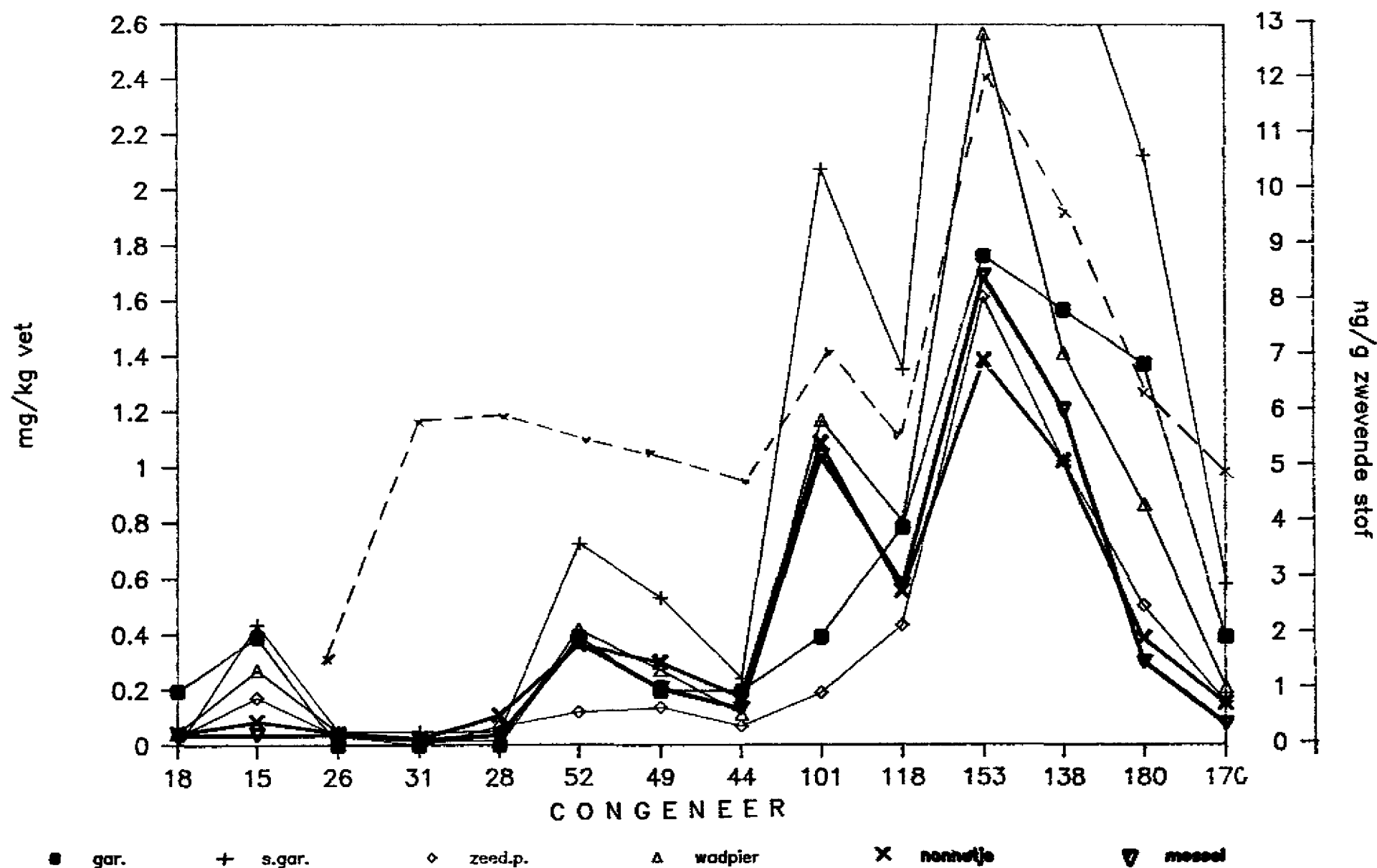
behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 12

De procentuele verdeling van de congenen 118, 153 en 138 in de diverse organismen is vrij identiek. PCB 101 is relatief weinig aanwezig in Garmaal en Zeeduizendpoot. Wat hiervan de oorzaak is is niet bekend. In zeehond is aangetoond dat de lagere congenen worden gemetaboliseerd door het mixed function oxygenase (MFO) systeem (lit. 8). Mogelijk is dit ook het geval bij PCB 101 in Garmaal en Zeeduizendpoot. PCB-180 is relatief weinig aanwezig in Nonnetje en Mossel. Mogelijk is de hoge molecuulmassa (lit. 8) dan wel de grote diameter van het molecuul (lit. 19) een belemmering voor de opname van dit congener via membranen van deze organismen.

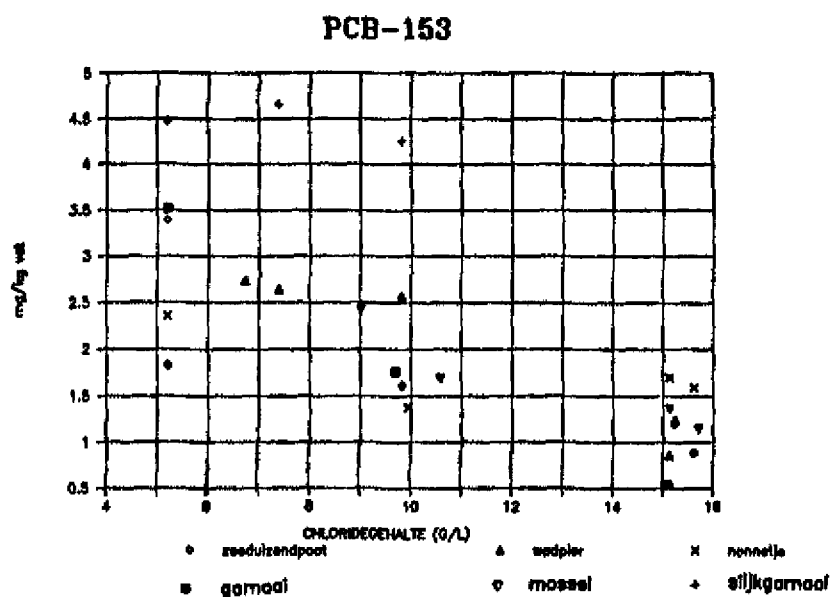
In tabel 7 zijn de PCB-153 en PCB-138-gehalten vermeld. De congenen zijn geselecteerd omdat zij procentuele hoge bijdragen leveren, omdat de bijdragen in al de onderzochte bodemdieren nagenoeg gelijk zijn (zie tabel 6) en zij vermoedelijk niet gemetaboliseerd worden (lit.8).

Om een indruk te krijgen van de ruimtelijke variatie van PCB-153 en PCB-138 in de bodemdieren zijn de gehalten weergegeven als functie van de zout-zoetgradiënt in het estuarium (zie fig. 3 en 4). Daarvoor zijn de data uitgezet tegen het chloridegehalte (gemiddelde in de periode januari-augustus 1987: lit. 4) ter hoogte van het bemonsteringspunt. Op basis van de beschikbare data blijkt dat er een oost-west-gradiënt in het PCB-gehalte aanwezig is bij Zeeduizendpoot, Wadpier, Garmaal en Mossel, maar niet in Slijkgarmaal.

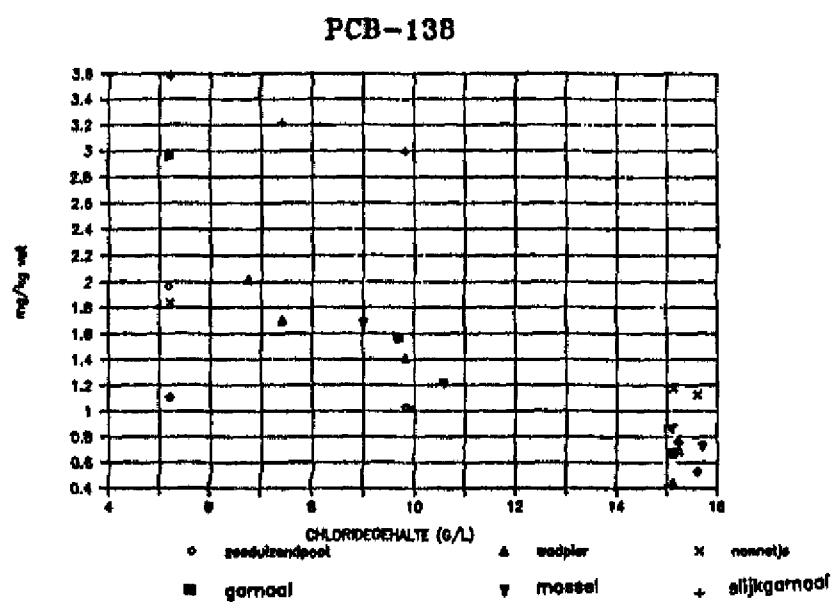
PCB patroon bodemdieren Westerschelde



Figuur 2. PCB patroon in Garmaal (punt 143), Slijkgarnaal (punt 142), Zeeduizendpoot (punt 142), Wadp. (punt 142), Nonnetje (punt 146) en Mossel (boei 34A). Met een stippellijn is het PCB gehalte (ng/g) in het zwevende stof aangegeven.

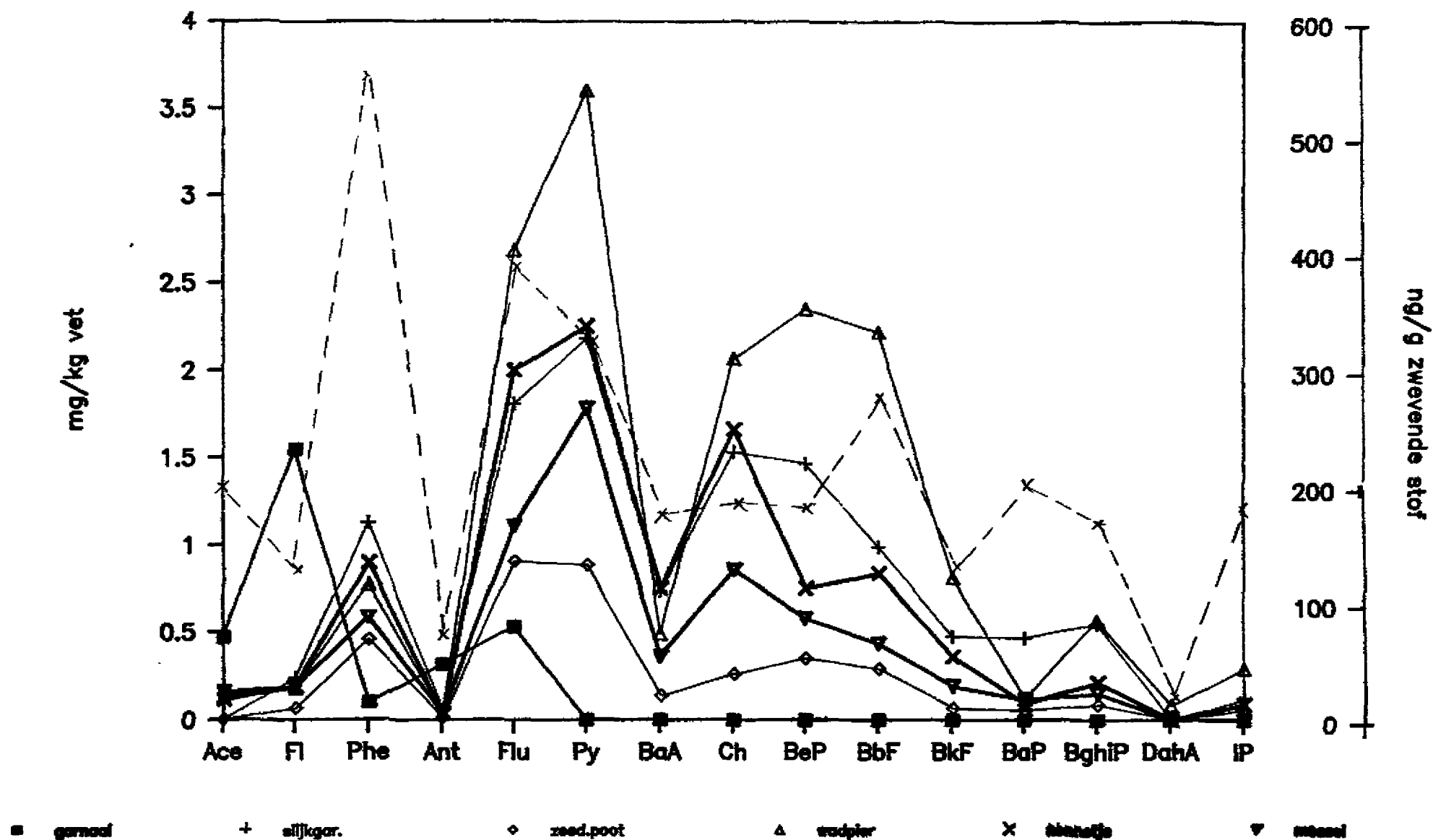


Figuur 3. Gehalte PCB-153 in enkele bodemdieren uit de Westerschelde als functie van het chloridegehalte.



Figuur 4. Gehalte PCB-138 in enkele bodemdieren uit de Westerschelde als functie van het chloridegehalte.

PAK in bodemdieren Westerschelde



Figuur 5. PAK patroon in Garnaal (punt 143), Slijkgarnaal (punt 142), Zeeduizendpoot (142), Wadpier (142), Nonnetje (146) en Mossel (boei 24A). Met een stippellijn is het PCB (ng/g) in het zwevende stof aangegeven.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 14

PAK's

In figuur 5 zijn de gehalten weergegeven van de 15 geanalyseerde polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de bodemdieren voor de locaties uit het overgangsgebied (omgeving Molenplaat).

De kwantitatief belangrijke PAK-verbindingen in de bodemdieren zijn Fluorantheen, Pyreen, Chryseen, Benz(e)Pyreen en Benz(b)Fluorantheen. Hiervan zijn Chryseen en Benz(b)fluorantheen ook kwalitatief belangrijk i.v.m. hun aangetoonde carcinogene/mutagene werking.

De procentuele verdeling van de diverse verbindingen verschilt sterk per bodemdier. Zo is in Garnaal veel Fluoreen aanwezig en in Wadpier relatief veel Pyreen, Benz(e)pyreen en Benzo(b)fluorantheen.

In tabel 8 zijn de gehalten Chryseen en Benz(b)fluorantheen opgenomen. Hieruit blijkt dat de variatie tussen oost en west voor alle organismen zeer gering is.

Zware metalen

In tabel 9 zijn de concentratie van cadmium, koper, kwik en zink in de bodemdieren vermeld, op basis van asvrij drooggewicht.

De chroomgehalten bevinden zich allen beneden de detectielimiet of in het geval van de Wadpier op de punten 123, 142 en 201 iets boven de detectiegrens. Dit metaal is verder buiten beschouwing gelaten.

Cadmium

De hoogste cadmiumconcentraties komen voor op punt 123 en 142 in Wadpier (10 mg/kg ADW) en Mossel uit het overgangsgebied (3-5 mg/kg ADW). Voor de overige organismen varieert de concentratie tussen 0,2-1,5 mg/kg ADW.

Met uitzondering van Slijkgarnaal en Zeeduizendpoot is er sprake van een afname in het gehalte in westelijke richting.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 15

Tabel 8. Overzicht van gehalten Cryseen en Benz(k)fluorantheen (mg/kg vet) in enkele soorten bodemdieren uit resp. de brakke-, overgangs- en mariene zone van de Westerschelde.

PARAMETER: Cryseen

		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		0.86-1.34	0.72-0.92
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	2.54	1.66	2.09-1.96
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	0.22-0.00	0.26	0.19-0.20
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	2.26-1.96	2.07	1.50-1.05
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	0.50	0	0.41
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	1.71-1.44	1.53	
	punt	103-123	142	

PARAMETER: Benz(k)fluorantheen

		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		0.19-0.35	0.16-0.16
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	0.51	0.36	0.55-0.39
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	0.06-0.07	0.07	0.03-0.05
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	0.64-0.66	0.81	0.70-0.43
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	0.21	0	0.09
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	0.49-0.37	0.47	
	punt	103-123	142	

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 16

Tabel 9. Overzicht van gehalten Cadmium, Chroom, Koper en Zink (mg/kg asvrijdrooggewicht) in enkele soorten bodemdieren uit resp. de brakke-, overgangs- en mariene zone van de Westerschelde.

PARAMETER: Cadmium

		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		2.72-4.74	0.74-1.60
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	1.09	0.52	0.41-0.26
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	0.57-0.65	0.81	0.15-0.40
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	5.03-9.60	10.03	1.22-1.29
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	1.00	1.16	0.28
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	0.82-1.17	1.54	
	punt	103-123	142	

PARAMETER: Koper

		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		10-11	10-10
	punt		34A-OHMG	VH2-NR.9
Nonnetje	conc.	23	22	18-22
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	26-18	26	21-43
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	23-26	31	14-13
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	101	75	62
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	149-164	142	
	punt	103-123	142	

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 17

vervolg tabel 9

PARAMETER: Zink		eenheid: mg/kg asvrijdrooggewicht		
		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		143-159	89-124
	punt		34A-OHMG	VH2-NR. 9
Nonnetje	conc.	487	453	536-349
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	289-213	257	183-185
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	154-178	157	119-104
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	109	123	126
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	153-156	154	
	punt	103-123	142	

PARAMETER: Kwik		eenheid: mg/kg asvrijdrooggewicht		
		g e b i e d		
		<u>brak-</u>	<u>overgangs-</u>	<u>marien-</u>
Mossel	conc.		0.13-0.14	0.12-0.12
	punt		34A-OHMG	VH2-NR. 9
Nonnetje	conc.	0.14	0.21	0.27-0.20
	punt	103	146	202-204
Zeed.poot	conc.	0.14-<dg	0.13	0.44-0.20
	punt	103-104	142	201-204
Wadpier	conc.	0.14-0.10	0.32	0.17-0.16
	punt	121-123	142	201-202
Garnaal	conc.	0.28	0.14	0.14
	punt	103	143	202
Slijkgarn.	conc.	0.82-0.33	0.34	
	punt	103-123	142	

Koper

De Garnaal en Slijkgarnaal vertonen de hoogste kopergehalten, veroorzaakt door de hoge haemo-cyanine-koperniveaus in het bloed van deze organismen (lit. 13). In het brakke- en overgangsgebied liggen de ge-

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 18

halten in deze organismen tussen 75-164 mg/kg asvrij drooggewicht. Ter hoogte van de Hooge Platen is het gehalte in Garmaal gedaald tot 62 mg/kg asvrij drooggewicht.

De gehalten in het Nonnetje, de Mossel, de Zeeduizendpoot en de Wadpier variëren tussen 10-40 mg/kg ADW en vertonen geen oost-west gradiënt. Opvallend is de hoge concentratie in de Zeeduizendpoot op de Slikken van Hoofdplaat (punt 204).

Kwik

De kwikgehalten variëren van 0-0,4 mg/kg asvrij drooggewicht met een enkele hoge waarde in Slijkgarnaal op meetpunt 103 (0,82 mg/kg ADW). In Slijkgarnaal is het gehalte ca. 3x hoger dan in de andere organismen. In Zeeduizendpoot op punt 201 is een relatief hoog gehalte aangetroffen. Voor Nonnetje en Zeeduizendpoot is er sprake van enige toename in westelijke richting, voor de overige organismen is, op basis van de beperkte dataset, geen gradiënt waar te nemen.

Zink

In Nonnetje zijn de hoogste zinkgehalten aangetroffen (349-536 mg/kg ADW), met het maximum van 536 mg/kg ADW op de Hooge Platen (punt 202). Een afname van het gehalte van oost naar west is enigszins aanwezig bij Mossel en Wadpier.

4. Discussie

4.1. Vergelijking tussen geselecteerde bodemdieren

Uit de resultaten blijkt dat de verschillende bodemdieren zeer specifiek zijn in de mate waarin de toxicanten worden opgeslagen (tabel 10).

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 19

Tabel 10. Bodemdieren welke, van de 6 ondergebrachte soorten, de hoogste gehalten van diverse toxicanten bevatten; organische micro's op vetbasis, zware metalen op AVDW basis).

PCB	Slijkgarnaal	Cd	Wadpier, Mossel
Pyreen	vergelijkbaar	Cu	Slijkgarnaal, Garnaal
BbF	Wadpier en Nonnetje	Hg	Slijkgarnaal
BaA	Nonnetje	Zn	Nonnetje
Ch	Wadpier		

Voor de diverse bodemdieren kan worden nagegaan of er sprake is van een oost-west gradiënt in de gehalten. De beschikbare data zijn echter te zeer beperkt om een goed beeld van de ruimtelijke variatie te geven. Ondanks deze tekortkoming bestaat de indruk dat er een afname in de gehalten in westelijke richting bestaat voor:

- cadmium in Wadpier, Mossel en Nonnetje;
- koper in Garnaal;
- zink in Mossel;
- PCB in Zeeduisendpoot, Wadpier, Garnaal en Mossel.

Er is mogelijk sprake van een toename in westelijke richting wat betreft kwik in Nonnetje en Zeeduisendpoot.

Er is, in geen van de organismen, sprake van een gradiënt in de gehalten PAK's en chroom.

Naast een vergelijking tussen de gehalten in de diverse bodemdieren is het ook van belang hun aanwezigheid in termen van biomassa in beschouwing te nemen.

De gegevens van de bodemdierenbiomassa's (lit. 10) geven een inzicht in de betekenis van de onderzochte bodemdieren in de voedselketen. De qua biomassa belangrijkste soorten zijn in tabel 11 vermeld. In figuur 6.1. is de ruimtelijke verdeling [gerangschikt van oost (100) naar west (200)] van de biomassa's van de 5 belangrijkste bodemdieren gepresenteerd. Opgemerkt moet worden dat bij de gehanteerde bemonsteringsmetho-

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 20

de geen goede schatting van de biomassa van de Garnaal verkregen kan worden. Voor de Mossel mag worden aangenomen dat de biomassa verwaarloosbaar klein is.

Uit figuur 6 blijkt dat de hoge gemiddelde biomassa van *C. edule* het gevolg is van enkele zeer hoge waarden in vak 18.

Van de 2 belangrijkste bodemdieren in de Westerschelde (*H. filiformis* en *C. edule*) zijn door de keuze in de eerste fase van het onderzoek geen toxicantengegevens beschikbaar, zodat in een latere fase van het onderzoek deze organismen alsnog verzameld zullen worden.

Uit langjarige waarnemingen op 2 punten in de Westerschelde blijkt dat

Tabel 11. Gemiddelde biomassa (over alle stalen) van de 10 belangrijkste bodemdieren (g AVDW/m²) en de voedingsgewoonte van deze soorten (lit. 10).

Soort	bio-massa	voedingsgewoonte
<i>Heteromastus filiformis</i> (Draadworm)	4.948	depostitfeeder
<i>Cerastoderma edule</i> (Kokkel)	3.457	filterfeeder
<i>Macoma balthica</i> (Nonnetje)	1.953	depostitfeeder
<i>Nereis diversicolor</i> (Zeed.poot)	1.590	omnivoor
<i>Corophium volutator</i> (Slijkgarnaal)	1.028	depositfeeder
<i>Pygospio elegans</i>	0.454	"
<i>Arenicola marina</i> (Wadpier)	0.379	"
<i>Nereis succinea</i> (een Zeed.poot)	0.181	omnivoor
<i>Oligochaeten</i>	0.154	depositfeeder
<i>Eteone longa</i>	0.147	carnivoor

H. filiformis in het najaar van 1987 t.o.v. de voorgaande jaren relatief sterk vertegenwoordigd is op meetpunt WS 22 in het oostelijk deel van de Westerschelde (fig. 6.2).

De biomassa van Slijkgarnaal is zeer hoog in het brakke- en overgangsgedebied. Uit tabel 10 bleek dat in dit organisme voor diverse toxicanten de hoogste gehalten aangetroffen zijn.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 21

Er zijn aanwijzingen dat er seizoensvariaties in de concentraties van organische microverontreinigingen in bodemdieren bestaan die verband houden met de reproductiecyclus. Dit hangt samen met de verandering in de hormoonhuishouding van het organisme en de daaraan verbonden MFO-activiteit. Het MFO-systeem reguleert de lichaamsgeen stoffen zoals vetten en hormonen, maar kan ook PAK's en PCB's metaboliseren (lit. 17).

In tabel 12 zijn de periode van ei-afzetting en 6 onderzochte bodemdieren vermeld.

Tabel 12. Periode van ei-afzetting van enkele bodemdiersoorten (naar lit. 3). Voor Corophium niet van toepassing.

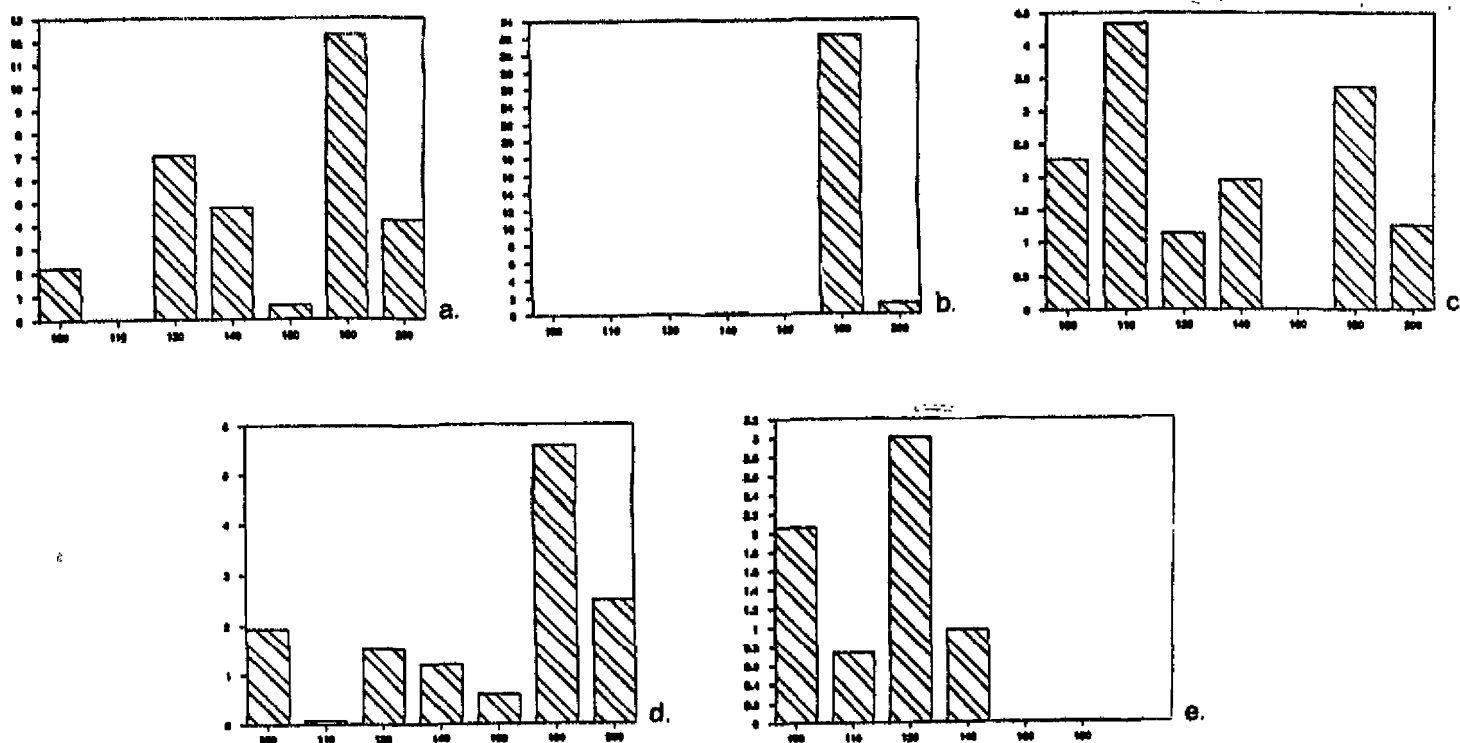
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wadpier								x	x	x	x	
Zeeduizendpoot		x	x	x	x	x	x					
Nonnetje				x	x	x						
Mossel					x	x						
Garnaal		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Heteromastus				x	x	x	x	x				
Kokkel					x	x	x					

Aangezien de bemonstering in de Westerschelde in augustus heeft plaatsgevonden, moet voor de Wadpier rekening worden gehouden met een verhoogde concentratie PCB en PAK, zoals is aangetroffen in Wadpieren uit de Waddenzee (lit. 18).

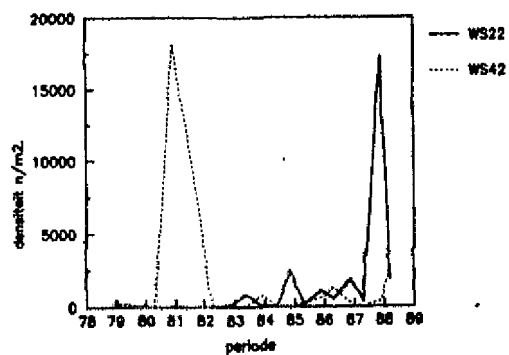
behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 22



Figuur 6.1. Biomassa (g AVDW/m²) van enkele bodemdieren in de Westerschelde: a. *Heteromastus filiformis*, b. *Cerastoderma edule*, c. *Macoma balthica*, d. *Nereis diversicolor* en e. *Corophium volutator*.



Figuur 6.2. *H. filiformis* op de Plaat van Valkenisse (WS22) en Middeplaat (WS 42), periode sept. 1978 - maart 1988.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 23

Welk van de 6 onderzochte soorten is nu een goede indicatorsoort?

Voor de monitoring van organochloorverbindingen in de Waddenzee lijkt *Nereis diversicolor* een betere indicator dan *Mya arenaria* en *Arenicola marina* (lit. 15). In de Westerschelde zijn Cadmium en PCB als prioritaire stoffen aan te wijzen (lit. 5). Voor deze stoffen blijkt *Nereis diversicolor* in de Westerschelde een minder goede indicator te zijn dan *Arenicola marina*. Laatst genoemde soort vertoont relatief hoge gehalten en een gradient die ook in de gehalten van PCB en Cd in het water zijn te vinden. *A. marina* heeft wel het bezwaar dat het verspreidingsgebied niet het meest oostelijke deel van de Schelde omvat.

4.2. Vergelijking met JMP-data 1987

In oktober 1987 zijn in het kader van het JMP in de Pas van Terneuzen mosselen bemonsterd. De analyses zijn verricht door IVP-TNO. De bemonsteringslocatie ligt ca. 8 km stroomafwaarts van de boei 34A, die op 1 september voor SAWES is bemonsterd. In tabel 13 zijn de resultaten van beide analyses weergegeven. De JMP-data betreffen gemiddelden van de gehalten in 4 lengteklassen tussen 25-55 mm. De SAWES-data zijn afkomstig van één homogenaat met mosselen tussen 25-55 mm. Voor de meeste

Tabel 13. Gehalten in mosselen bij Terneuzen in september/oktober 1987.

Parameter	Pas v. Terneuzen (JMP)	Boei 34A (SAWES-4)	Eenheid
Cd	2,61 ± 0,55	2,3	mg/kg ds
Hg	0,19 ± 0,01	0,11	"
Zn	172 ± 19	122	"
Cu	12,8 ± 2,4	8,9	"
PCB153	2,08 ± 0,21	1,69	mg/k vet
Flu	2,73 ± 0,65	1,11	"
BbF	1,58 ± 0,58	0,43	"
BkF	0,58 ± 0,13	0,19	"
BaP	0,67 ± 0,14	0,11	"
BghiP	1,07 ± 0,30	0,15	"
IP	0,29 ± 0,10	<d.g.	"

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 24

parameters zijn de "JMP"-gehalten enigszins hoger dan de "SAWES"-gehalten. Dit kan een gevolg zijn van het verschil in bemonsteringslocatie en -tijdstip. Mogelijk speelt ook het verschil in laboratoria een rol. Voor PAK's (Flu, BbF, BkF, BaP, BghiP en IP) is het verschil groot (factor 2-5). Dit punt zal nader worden bekeken wanneer ook de analyses van de verzamelde mosselen bij Terneuzen beschikbaar zijn.

4.3. Vergelijking met andere Nederlandse kustwateren

Mossel: In literatuur 5 is op basis van JMP-data een vergelijking tussen de gehalten in de Mosselen bij Terneuzen in 1986 en 1987 en de mosselen in de Oosterscheldemonding in 1985 en 1986 gemaakt. Het gehalte cadmium, kwik en PCB in de mosselen bij Terneuzen zijn resp. ca. 7x, 1,5x en 3x zo hoog als in de Oosterschelde. Voor PAK, Cr, Cu, Zn en Pb wijken de gehalten in de Westerschelde niet af van die in de Oosterschelde.

Een aanvullende vergelijking kan worden gemaakt voor de PCB-gehalten in de mosselen uit het mariene deel van de Westerschelde (boei VH2 en nr. 9) met gegevens verzameld door Duursma et al. (lit. 7) van mosselen uit de mariene systemen in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer; zie tabel 14.

Tabel 14. Som 6-PCB (som congenen 28, 52, 101, 153, 138 en 180) in mosselen uit de Oosterschelde en Grevelingen (lit. 7) in 1980-1985 en het mariene deel van de Westerschelde in 1987.

Oosterschelde	3,1	mg/kg vet
Grevelingen	4,6-8,5	"
VH2 en Nr. 9	2,9-3,6	"

Voor het mariene deel van de Westerschelde ligt het PCB- (som 6) gehalte op een vergelijkbaar niveau met dat in de Oosterschelde en is het gehalte lager dan in het Grevelingenmeer.

Wadpier: In het overgangsgebied van de Westerschelde zijn de PCB-gehalten in de Wadpier 2 à 3x hoger dan in de Oosterschelde en vergelijkbaar met het Grevelingenmeer. Het mariene deel van de Westerschelde is ver-

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 25

gelijkbaar met de Oosterschelde (tabel 15).

Tabel 15. Som 6-PCB in Wadpier uit de Oosterschelde, Grevelingen (lit. 7) en de Westerschelde.

Oosterschelde	2,8	mg/kg vet
Grevelingen	9,7	"
Westerschelde overgangsgebied	6,45-8,05	"
marien gebied	2,06-3,01	"

Het kopergehalte in de Wadpier uit de Westerschelde is vergelijkbaar met het gehalte in de Wadpier uit de Westelijke Waddenzee (tabel 16).

Tabel 16. Kopergehalte in Wadpier (lit.6) uit de Westerschelde en Westelijke Waddenzee.

Waddenzee	7-15	mg/kg Droge stof
Westerschelde	9-21	mg/kg "

Zeeduizendpoot

Uit tabel 17 blijkt dat in de Zeeduizendpoot uit de Westerschelde in het Grevelingenmeer en de Waddenzee de PCB-gehalten weinig van elkaar verschillen.

Nonnetje

De PCB-gehalten in de Westerschelde zijn ten opzichte van de gehalten in de Waddenzee (0,47 mg PCB-153/kg vet: lit. 8) 3 à 5 keer zo hoog.

Tabel 17. PCB-gehalten (mg/kg vet) in Zeeduizendpoot uit het Grevelingen, de Waddenzee en de Westerschelde.

Gebied	parameter	gehalte	bron
Grevelingen	som 6	1,7	lit. 7
Waddenzee overgangsgebied	PCB-153	1,6	lit. 8
marien gebied	PCB-153	0,6	lit. 8
W'schelde overgangsgebied	som 6/PCB-153	3,5/1,6	
marien gebied	som 6/PCB-153	1,9-2,5/0,9-1,2	

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 26

4.4. Verhouding tussen de gehalten in water, bodem en biota

4.4.1. Algemeen

Om een inzicht in de bio-accumulatie te krijgen worden in deze paragraaf de gehalten tussen de verschillende compartimenten (water, sediment, seston, biota) met elkaar vergeleken.

De vergelijking is uitgevoerd voor het mariene, brakke en overgangsbied in de Westerschelde.

Om de gehalten in de compartimenten water, seston en biota onderling zo goed mogelijk te kunnen vergelijken zijn verschillende eenheden aangehouden:

- zware metalen zijn bij de vergelijking tussen seston, sediment en biota uitgedrukt op drooggewichtbasis, omdat zware metalen, behalve aan de organische fractie, ook aan de slibfractie van het sediment en het seston gebonden is.
- zware metalen zijn bij de onderlinge vergelijking tussen biota op asvrij drooggewichtbasis (= organische stofbasis) uitgedrukt.
- organische microverontreinigingen in seston, sediment en biota zijn uitgedrukt op asvrij drooggewichtbasis, aangezien deze verontreinigingen geheel aan het organische materiaal gebonden zijn.
- organische microverontreinigingen zijn bij de onderlinge vergelijking tussen biota op vetbasis uitgedrukt.

De organische stofpercentages in bodemdieren, seston en sediment zijn gebaseerd op verschillende analysemethoden. In het bodemdierenmateriaal wordt het asvrij drooggewicht bepaald door het drogen bij 105 °C en 550 °C (loss on ignition). In het seston wordt het POC bepaald volgens de gravimetrische CO₂-bepaling (Coleman). Door het POC met de factor 1.9 te vermenigvuldigen wordt het Particulair Organisch Materiaal gehalte (POM) verkregen.

In het sediment wordt het organische stofgehalte m.b.v. de natte oxida-

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 27

tiemethode bepaald (volgens IB- voorschrift), waarbij door het laboratorium (All control) standaard een omrekening van koolstof naar organische stof van 1.726 wordt gebruikt.

Aangezien in het sediment en het seston weinig slib aanwezig is, zijn de analyseresultaten van het organische stof direct vergelijkbaar (lit. 20).

Op basis van de systematiek in de eenheden zijn de concentratiefactoren bepaald zoals die in de volgende paragrafen besproken worden.

In eerste instantie worden de factoren tussen de gehalten in de bodemdieren en de gehalten in het (organisch) seston behandeld. Er is uitgegaan van de gegevens van het seston, omdat hiervan de meest betrouwbare data beschikbaar zijn.

Het berekenen van de concentratiefactoren tussen biota en water en tussen biota en sediment is, voorzover er gegevens van de gehalten in het water en sediment voorhanden zijn, mogelijk door de verdelingscoëfficiënten tussen seston en water en tussen seston en sediment te gebruiken (zie par. 4.4.4.).

Voor de biota zijn, naast de hier gepresenteerde gehalten in de bodemdieren, ook gegevens van Visdiefje uit het Land van Saeftinghe (project VOTOX) en bot, afkomstig uit de omgeving van het Sloegebied en de omgeving van Hansweert (project Visziekten; lit.22) gebruikt: zie resp. bijlage 3 en bijlage 4.

De gebruikte waterkwaliteitsdata van het seston (zie bijlage 5) zijn op 25-26 augustus 1987 verzameld door G.J. Zwolsman en R. van Zoest in het kader van SAWES-Chemie op de volgende stations:

- brak gebied :station saliniteit 12^o/oo (omgeving meetpunt 103)
- overgangsgebied:station saliniteit 18^o/oo (" " 142)
- marien gebied :station saliniteit 24^o/oo (" " 202)

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 28

De gegevens van de bodemkwaliteit zijn afkomstig van een inventarisatie van het intergetijdegebied in de Westerschelde die in september 1987 door Directie Zeeland is uitgevoerd (lit. 9). Zes meetpunten komen overeen met de bodemdierenbemonsteringslocaties, t.w.:

- brak gebied : punten 6 en 8 (SAWES-punten 103, 104)
- overgangsgebied: punten 26 en 27 (SAWES-punten 146, 142)
- marien gebied : punten 43 en 46 (SAWES-punten 202, 204(West)).

De resultaten van de sedimentanalyses zijn in bijlage 6 vermeld.

PCB's in het sediment zijn niet gedetecteerd, m.u.v. 2 locaties met een hoog organisch stofgehalte, waarvan de gegevens ook in bijlage 6 zijn opgenomen.

4.4.2. Verhouding bodemdieren in seston

PCB's en PAK's

In de figuren 2 en 5 zijn de gehalten PCB en PAK in bodemdieren en het seston weergegeven.

Uit figuur 2 blijkt dat de gehalten van de lagere PCB-congeneren relatief hoger zijn in het seston dan in de bodemdieren. De berekende concentratiefactoren bodemdieren/seston voor de brakke-, overgangs- en mariene zone zijn vermeld in de bijlagen 7, 8 en 9 en zijn grafisch weergegeven in figuur 7.

De concentratiefactoren voor PCB's liggen tussen 0,2,2 . PCB-153 en PCB-138 hebben de hoogste concentratiefactoren.

Voor PCB-138 is de gemiddelde concentratiefactor tussen de gehalten in de 6 onderzochte bodemdieren en het organische seston $0,8 \pm 0,4$ (n = 24). De factor is laag bij Garmaal (factor 0,1) en hoog bij Wadpier (factor 1,0-1,4).

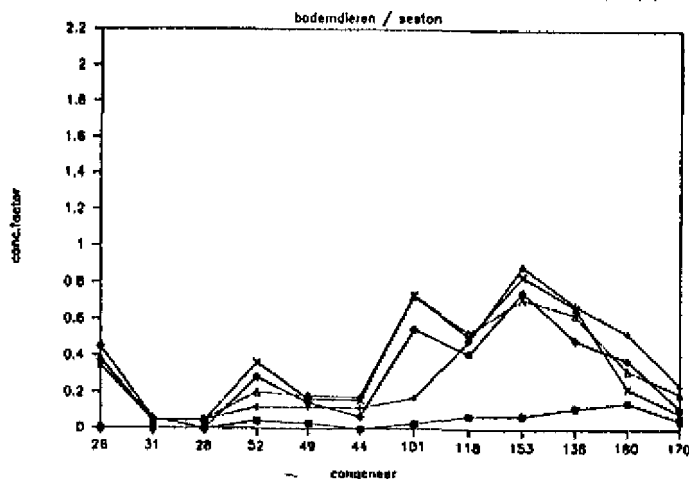
PCB-153 is de gemiddelde concentratiefactor $0,9 \pm 0,5$ (n = 24). De factor is, evenals bij PCB-138), laag in Garmaal (0,1-0,2) en hoog in Wadpier (1,2-2,2).

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

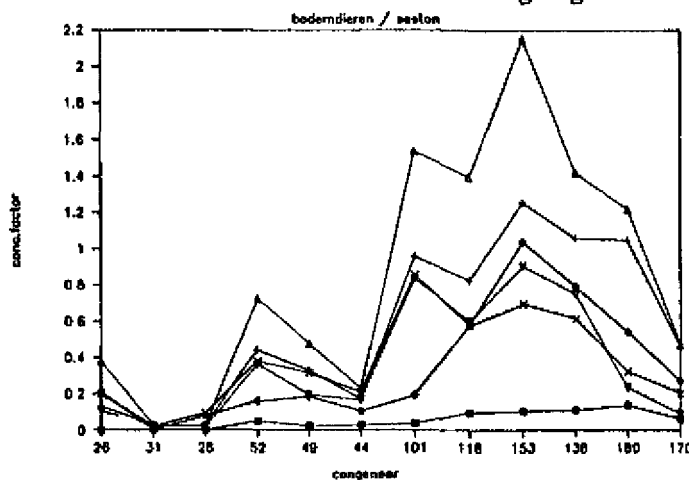
datum: .. november 1988

bladnr: 23

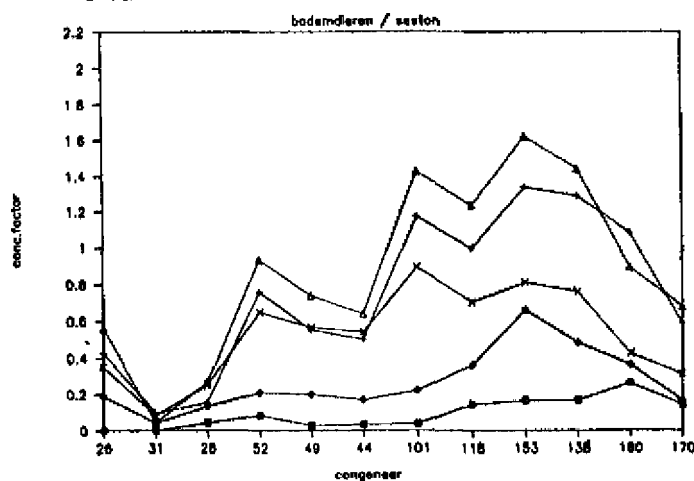
PCB concentratiefactoren mariene zone



PCB concentratiefactoren overgangszone



PCB concentratiefactoren brakke zone



- gamaal
- + slijkgranaal
- ◇ zeed.poot
- △ wadpier
- × nonnetje
- ▽ mossel

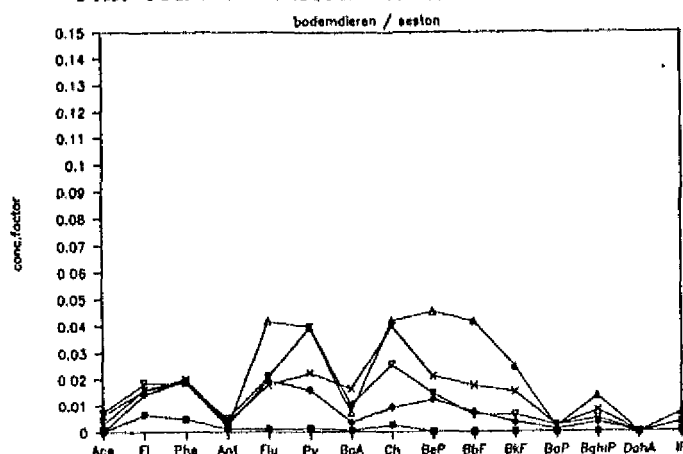
Figuur 7. PCB-concentratiefactoren in de brakke zone , de overgangs-
zone en de mariene zone in de Westerschelde.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

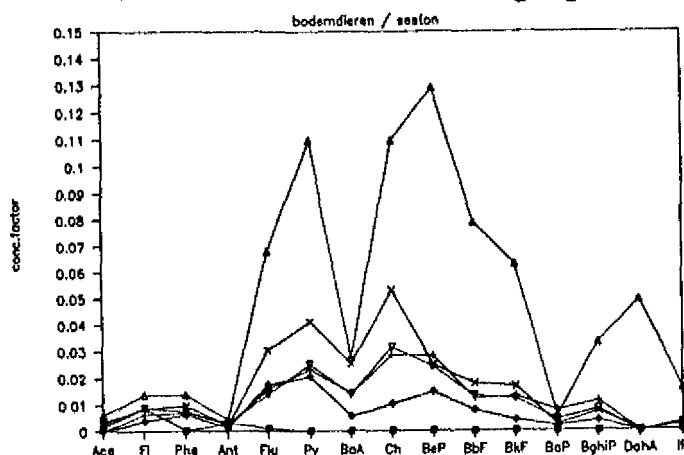
datum: .. november 1988

bladnr: 30

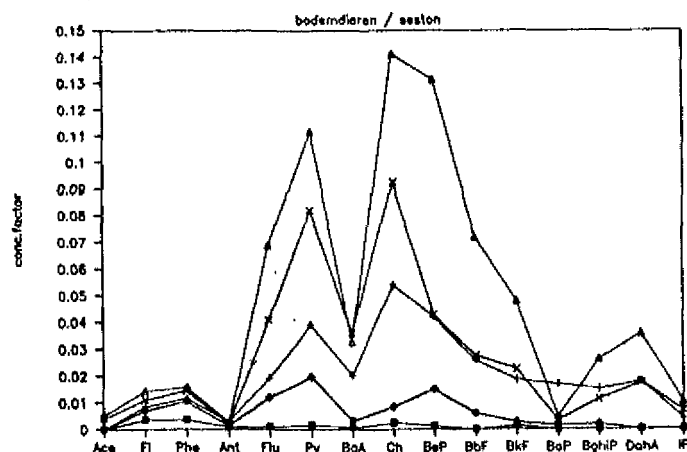
PAK concentratiefactoren mariene zone



PAK concentratiefactoren overgangszone



PAK concentratiefactoren brakke zone



- garnaal
- + slijkgarnaal
- ◇ zeed.poot
- △ wadpler
- × nonnetje
- ▽ mossel

Figuur 8. PAK-concentratiefactoren in de brakke zone , de overgangszone en de mariene zone in de Westerschelde.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 31

Bij de lagere congenen (26, 31, 28, 52, 49 en 44) is de lage concentratiefactor vermoedelijk het gevolg van biotransformatie van de di-, tri- en tetrachloorfenylen, terwijl voor de congenen 170 en 180 de opname door het organisme mogelijk bemoeilijkt wordt door de grootte van het molecuul.

De relatieve verhouding tussen PAK-gehalten in het seston en de bodemdieren (figuur 5) verschilt sterk per verbinding. Voor PAK zijn, als gevolg van biotransformatie, de concentratiefactoren laag (figuur 8) en lager dan bij PCB.

Chryseen, Pyreen, Benz(b)Fluorantheen en Benz(e)Pyreen hebben de hoogste concentratiefactoren. Voor Chryseen is de gemiddelde concentratiefactor 0,02 en Benz(e)Pyreen $0,04 \pm 0,04$ (n=23) met de laagste factoren in Garmaal en de hoogste factoren in de Wadpier.

Zware metalen

De berekende concentratiefactoren bodemdieren/seston voor de brakke, overgangs- en mariene zone zijn vermeld in de bijlagen 7, 8 en 9 en grafisch weergegeven in de figuren 9 a, b, c.

Cadmium: De factoren variëren van 0,1 in Zeeduisendpoot uit het brakke gebied tot 3,5 in Wadpier en Mossel uit het overgangsgebied.

Koper: De gemiddelde concentratiefactor is $0,9 \pm 0,7$ (n=24). In de Crustaceeën (Garmaal en Slijkgarnaal) liggen de concentratiefactoren ongeveer 4x zo hoog als bij de overige bodemdieren.

Zink: De hoogste concentratiefactor wordt aangetroffen in het Nonnetje ($1,6 \pm 0,4$; n=4) en varieert bij de overige bodemdieren tussen 0,26-0,86.

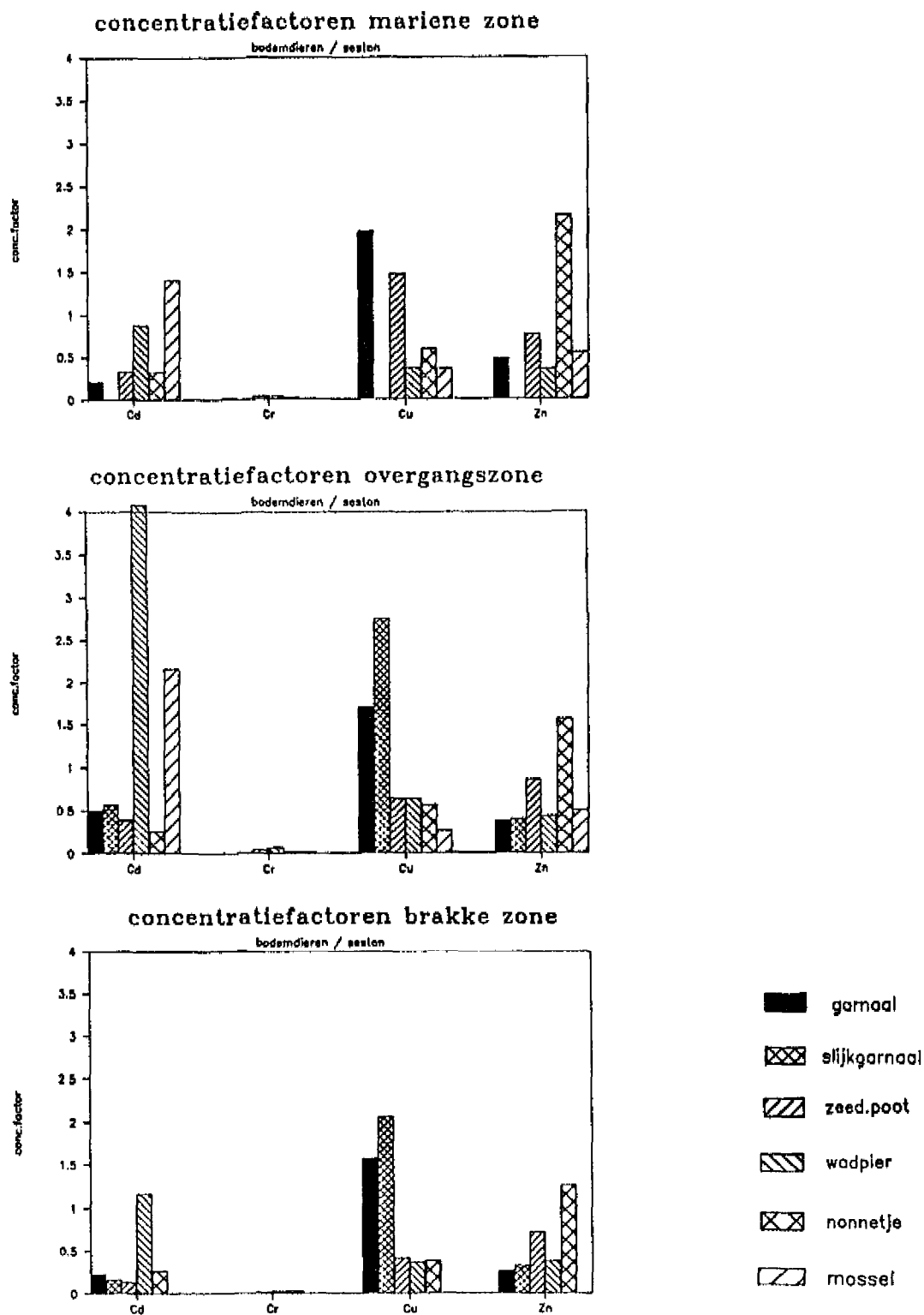
4.4.3. Concentratiefactor Visdiefje/Garnaal en Bot/Wadpier

Concentratiefactoren Visdiefje/Garnaal: De concentraties in het Visdiefje zijn vergeleken met die van de Garnaal, omdat de maaginhoud van de vogels uit Garnaal bestond. Uiteraard moet er rekening mee worden

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 32



Figuur 9. Concentratiefactoren van enkele zware metalen in de brakke zone , de overgangszone en de mariene zone in de Westerschelde.

behoort bij:

.. november 1988

datum:

33

bladnr:

gehouden dat het Viscdiefje behalve Garnalen ook ander voedsel tot zich neemt. Op organische stofbasis zijn de PCB-gehalten in Viscdiefje 100-250 keer hoger dan in Garnaal. Dit is het gevolg van het hoge vetgehalte in Viscdiefje (in gevriesdroogd materiaal: 33% vet) en het lage vetgehalte in Garnaal (gevriesdroogd: 0,5% vet). Wanneer de gehalten op vetbasis worden vergeleken (tabel 18) blijkt dat de concentratiefactor 5,5 bedraagt voor PCB-153 en 4,4 voor PCB-138.

Tabel 18. Concentratiefactor Viscdiefje / Garnaal uit
Saeftinghe voor PCB's en PAK's (op vetbasis) en
zware metalen (op AVDW basis).

PCB	18	0.18
	15	0.15
	28	3.17
	52	0.21
	49	1.27
	44	0.00
	101	6.81
	118	3.65
	153	5.48
	138	4.35
	180	3.29
	170	2.24
PAK's		
Fl		0.06
Phe		0.07
Ant		0.00
Flu		0.08
Fy		0.07
BaA		0.09
Ch		0.06
BeP		0.13
BkF		0.00
Zware metalen:		
Cd		0.34
Cu		0.07
Hg		2.60
Zn		0.74

Voor de PAK-verbindingen is de concentratiefactor op organische stofba-

Notitie GWWS-88.503

behoort bij:

datum: .. november 1988

bladnr:

34

sis ongeveer 3. Op vetbasis zijn de concentratiefactoren (tabel 18) echter kleiner dan 1, hetgeen wijst op biotransformatie in het Viscdiefje. Benz(e)Pyreen heeft de hoogste factor (0.13).

De concentratiefactoren voor cadmium en koper is eveneens lager dan 1. Kwik is echter relatief hoog in het Viscdiefje.

Concentratiefactor Bot/Wadpierz (tabel 19):

De PCB-concentratie in Botlever bij Terneuzen/Hansweert is t.o.v. het gehalte in Wadpierz vergelijkbaar (factor 0,4 - 1,8). Bij Vlissingen bevat Bot een hoog PCB-gehalte, zodat de factoren hoger zijn (tot 9x). De PAK-concentratie is in bot veel lager dan in Wadpierz (factor 0-0,17). Voor zware metalen zijn geen factoren te bepalen omdat voor de Bot de gegevens ontbreken.

Tabel 19. Concentratiefactor Bot / Wadpierz op basis van botlever bij Vlissingen en Terneuzen/Hansweert en Wadpierz op punt 142 en 201 voor PCB's en PAK's (op vetbasis).

	Terneuzen / Hansweert		Vlissingen	
	male	female	male	female
PCB's :	-----			
52	0.44	0.68	2.08	4.38
48	0.45	0.71	1.54	2.78
101	0.43	0.70	1.94	2.94
118	0.56	1.04	2.70	4.34
153	0.45	0.89	1.66	2.62
138	0.55	1.04	2.25	3.57
180	0.41	0.80	3.46	5.75
170	0.98	1.79	5.78	9.13
PAK's :	-----			
Phe	0.10	0.17	0.07	0.06
Ant	0.16	0.05	0.07	0.11
Flu	0.00	0.00	0.00	0.02
Py	0.01	0.02	0.02	0.02
BaA	0.00	0.00	0.01	0.01
Ch	0.00	0.00	0.01	0.01
BaP	0.00	0.00	0.00	0.00
BbP	0.00	0.00	0.00	0.01
BkF	0.00	0.00	0.00	0.00
BeP	0.00	0.00	0.00	0.00
BghiP	0.00	0.00	0.00	0.00

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 35

4.4.4. Concentratiefactoren seston/water en sediment/seston

Seston/water:

De verhouding tussen de gehalten in het seston en water staat bekend als de partitie- of verdelingscoëfficiënt K_d ($\text{dm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$).

Voor de zware metalen zijn, op basis van de gegevens die in augustus 1987 door G.J. Zwolsman verzameld zijn, K_d bepaald voor cadmium, koper en zink: zie bijlage 10.

Voor PCB en PAK in de Westerschelde is gebruik gemaakt van de gegevens van opgeloste en particulaire concentraties, die in juni 1986 door R. van Zoest zijn verzameld. De K_d 's zijn in bijlage 11 vermeld (op log-basis). Hoewel de gegevens afkomstig zijn van diverse punten in de lengte-as van het estuarium, zijn alleen de gemiddelde K_d 's bepaald. Variaties van K_d als gevolg van verschillen in saliniteit, DOC of zwevende stofgehalten zijn dus buiten beschouwing gelaten. Voor de PAK's in de Westerschelde zijn K_d 's van de 6 van Borneff bekend (lit.14). In figuur 16 zijn de K_d 's van de PCB's uitgezet tegen de octanol-water partitiecoëfficiënt ($\log K_{ow}$). Het verband tussen $\log(K_d)$ en $\log(K_{ow})$ is met een lineair regressiemodel te beschrijven: zie bijlage 11. De richtingscoëfficiënt en het intercept komen overeen met de waarden die voor de Noordzee zijn gevonden (lit. 19).

In paragraaf 4.4.5. worden de K_d 's gebruikt om de Bioconcentratiefactoren te berekenen.

Sediment/seston:

De verhouding tussen de gehalten PAK's, cadmium, koper en zink in het sediment en in het seston zijn vermeld in tabel 20. Hieruit blijkt dat voor de PAK's, meetpunt 103 buiten beschouwing is gelaten, de gehalten in het sediment 1-5 keer hoger zijn dan de gehalten in seston.

De zware metalenconcentratie in het sediment bedragen 15-30% van de gehalten in het seston.

De verschillen in de gehalten aan zware metalen zijn, afgezien van

Notitie RWS-88.503

Bandoor bij:

.. Bandoor 1988

38 bladnr;

Tabel 20. Concentratiefactor Sediment / Seston voor PAK's (op AVDW basis) en zware metalen (op droge stof basis).

LOKATIE	103	104	142	146	202	204
PAK's:						
Flu	0.54	3.80	1.05	1.51	1.74	2.46
BbF	0.00	3.65	1.11	1.42	1.80	2.40
BkF	0.00	3.08	0.96	0.00	1.75	1.75
BaP	0.00	1.87	0.60	0.97	1.12	2.52
BghiP	0.00	4.84	1.09	1.17	1.37	3.43
IP	0.00	4.33	1.23	1.00	1.14	2.28
Zware metalen:						
Cd	0.21	0.21	0.41	0.41	0.30	0.30
Cr	0.12	0.13	0.24	0.15	0.10	0.13
Cu	0.06	0.08	0.40	0.00	0.00	0.11
Zn	0.07	0.18	0.41	0.11	0.12	0.32

mogelijke verschillen in analysemethoden, vermoedelijk het gevolg van de lagere fractie slib en organische stof in het bodemsediment t.o.v. het seston; zie tabel 21. Aangezien de zware metalen zich vooral aan de fijne fractie binden is hiermee het hogere gehalte in het seston verklaard.

Tabel 21. Gemiddelde percentage slib (<63 µm) en organische stof in het seston (punten 103, 142 en 202) en het sediment (punten 103, 104, 142, 146, 202 en 204).

	slib	organische stof
seston	90*	9
sediment	10	4

* schatting

4.4.5. Bioconcentratiefactoren

De bioconcentratiefactor K_c wordt gedefinieerd als:

$$K_c = \frac{\text{conc. in biota (mg/kg vet of mg/kg AVD)}}{\text{conc. in water (mg/dm}^3\text{)}}$$

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 37

Verondersteld wordt dat de gemeten concentratie in de bodemdieren een evenwicht concentratie is.

Voor de opgeloste gehalten van de zware metalen is gebruik gemaakt van de gegevens uit bijlage 5, voor de organische microverontreinigingen is C_{water} berekend uit de gemeten concentraties in het seston (bijlage 5) en de K_d 's die in bijlage 11 vermeld zijn.

De berekende K_c -waarden voor de 3 zones in de Westerschelde zijn opgenomen in bijlage 12, 13 en 14.

Om na te gaan in hoeverre de onderzochte dieren te vergelijken zijn met, zoals Bruggeman (lit. 21) formuleert, "een druppel octanol zwevend in het water", is K_c voor PCB en PAK uitgezet tegen K_{ow} (figuur 10 en 11).

Voor de PCB's varieert K_c tussen $10^{4.5}$ en 10^8 .

De congenen 44, 49, 52, 180 en 170 hebben een K_c die vergelijkbaar is met K_{ow} . In bepaalde gevallen is K_c kleiner dan K_{ow} , nl. voor de congenen 31 en 28 in de overgangs- en mariene zone: een mogelijke verklaring is dat deze congenen gebiotransformeerd worden.

De congenen 26, 101, 118, 138 en 153 hebben een K_c die hoger is dan K_{ow} .

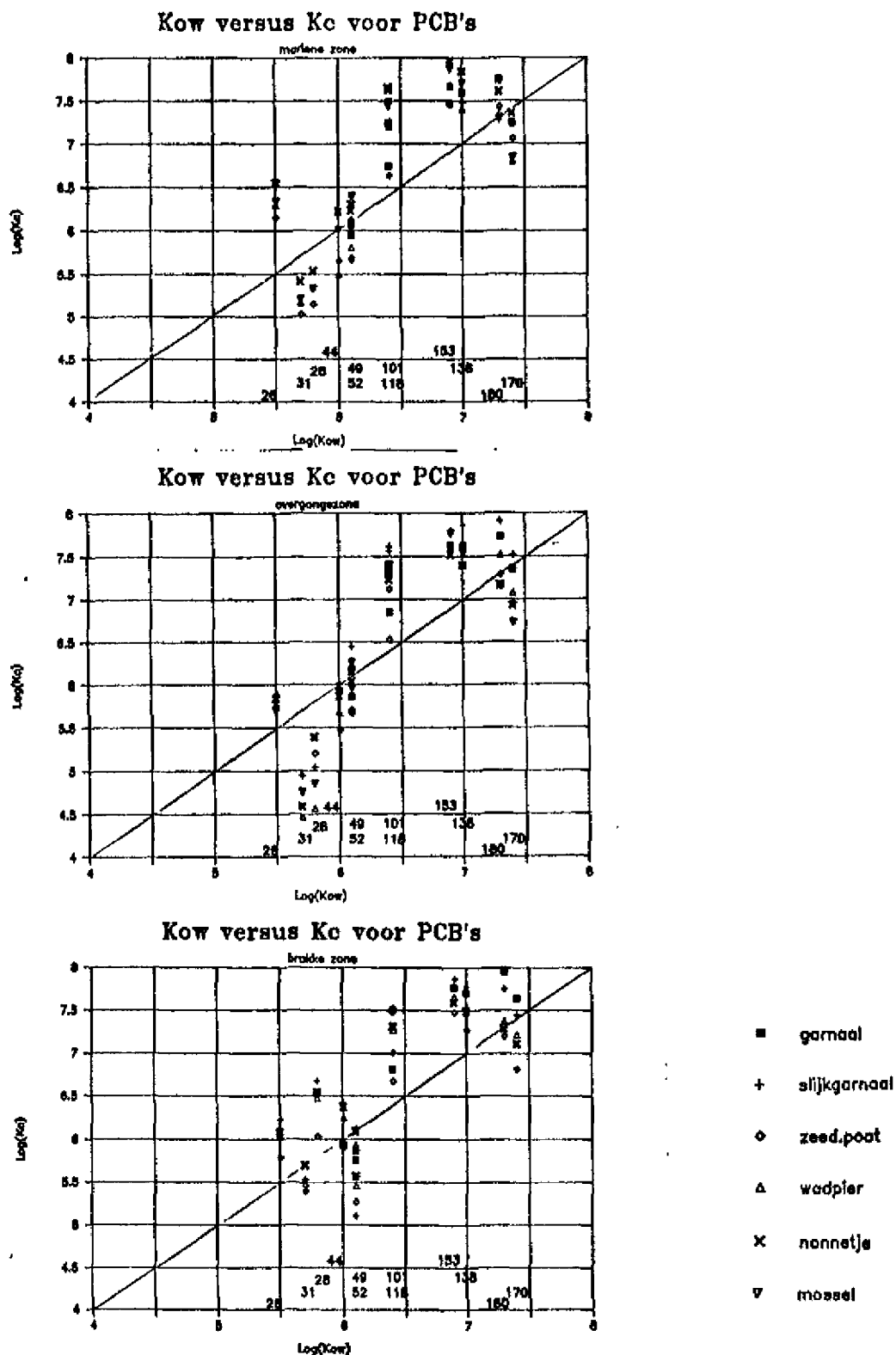
Voor PAK's (6 van Borneff) ligt K_c tussen 10^5 - 10^7 . Benz(k)Fluorantheen en Benz(ghi)Pyreen hebben een K_c die ongeveer een factor 10 lager is dan K_{ow} . Benz(a)Pyreen en Benz(b)Fluorantheen hebben een K_c die redelijk overeen komt met K_{ow} .

Bodemdieren zijn dus inderdaad te vergelijken met een druppel octanol in te geval van PCB 44, 49, 52, 180, 170 en Benz(a)pyreen en Benzo(b)-fluorantheen. Voor cadmium, koper en zink varieert K_c tussen resp. 7-144, 11-141 en 17-490.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: .. november 1988

bladnr: 38

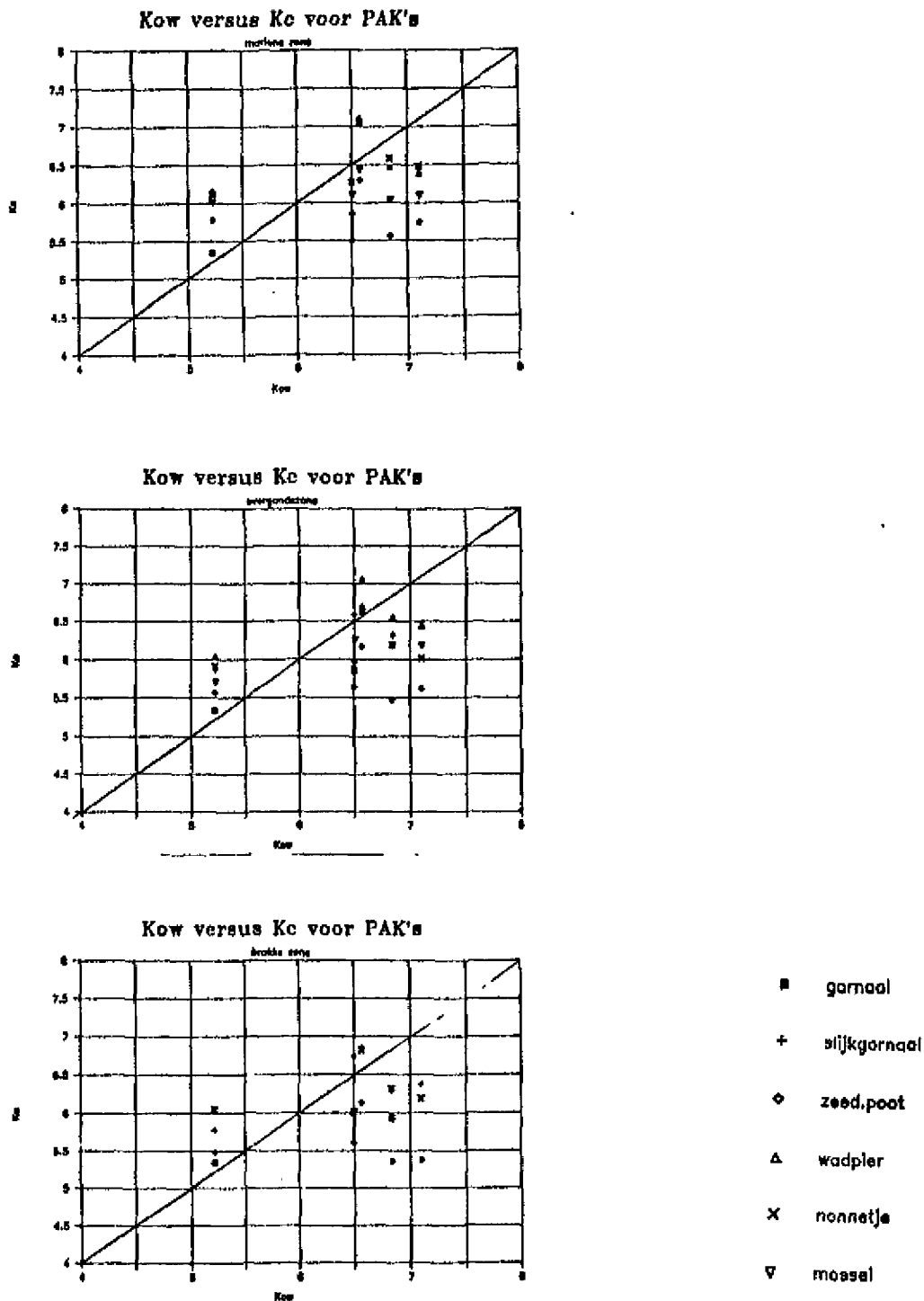


Figuur 10. Verband tussen $\log(K_c)$ en $\log(K_{ow})$ voor PCB's in enkele bodemdieren uit de Westerschelde.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503

datum: 11 november 1988

bladnr: 39



Figuur 11. Verband tussen $\log(K_c)$ en $\log(K_{ow})$ voor PAK's in enkele bodemdieren uit de Westerschelde.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 40

CONCLUSIES.

Beschikbare data:

Het aantal analyses dat in de eerste fase van het onderzoek is uitgevoerd (n=24), is te beperkt om gefundeerde uitspraken te doen over de ruimtelijke variaties in de gehalten van mikroverontreinigingen in de bodemdieren. Daarvoor zijn aanvullende analyses nodig.

In een tweetal bodemdieren (Heteromastus en Kokkel) die in de Westerschelde in hoge biomassa's voorkomen, zijn geen chemische analyses uitgevoerd; ook hiervoor zijn aanvullende analyses nodig.

Een aantal stoffen die in het projekt SAWES in principe onderzocht moeten worden zijn in onderhavige studie buiten beschouwing gelaten, te weten lindaan, PCP, Fe en Mn. Analyses zullen alsnog moet gebeuren voor de "bio-accumulatie interessante" stoffen PCP en lindaan.

Partitie seston/water en sediment/seston;

De partitiec coefficienten K_d tussen seston en water, berekend met ongepubliceerde gegevens van SAWES-chemie, zijn ordegrötte;

- PCB's ; $10^{3.4} - 10^{5.5}$
- PAK's ; $10^{5.2} - 10^{6.2}$
- Cd, Cu, Zn ; $10^4 - 10^5$

De verhouding tussen de gehalten PAK's in het sediment en het seston verschilt per lokatie. In bepaalde gevallen zijn de gehalten vergelijkbaar, op andere punten liggen de gehalten in het sediment een factor 5 hoger. De gehalten aan zware metalen in het sediment zijn 3-6 keer lager dan die in het seston als gevolg van de lagere slib- en organische stof percentages in het sediment. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar over PCB's in het sediment.

PCB:

Van de 14 geanalyseerde congenen in de bodemdieren komen de congenen 153 en 138 in de hoogste gehalten voor. Van de 6 onderzochte orga-

nismen worden de hoogste PCB gehalten (op vetbasis) aangetroffen in de Slijkgarnaal. De Slijkgarnaal komt in het brakke en overgangsgebied van de Westerschelde in zeer hoge biomassa's voor. Vermoedelijk staan de predatoren van de Slijkgarnaal zodoende bloot aan een hoge belasting met PCB's. In de Mossel is t.o.v. de andere bodemdieren relatief weinig PCB-180 en PCB-170 aanwezig. Door het zeer lage vetgehalte in de Garnaal bevat dit organisme weinig PCB's.

De gehalten PCB-153 en PCB-138 in de bodemdieren en in het seston liggen op hetzelfde niveau. De lagere congenen en de congenen PCB-170 en PCB-180 komen in de bodemdieren in lagere gehalten voor dan in het seston, vermoedelijk als gevolg van de biotransformatie die in het organisme optreedt of, in het geval van PCB-180 en PCB-170, door de beperking in de opname via de membranen van het organisme. Ondanks het geringe aantal data kan geconcludeerd worden dat er in Zeeduizendpoot, Wadpier, Mossel en Garnaal sprake is van een afname in het PCB gehalte in westerlijke richting.

De bioconcentratiefactor K_c (= gehalte in bodemdier / gehalte in water) ligt voor de PCB's tussen $10^{4.5}$ en 10^8 . De berekende K_c waarden van PCB-153 en PCB-138 zijn ca. 5 keer hoger dan de octanol-water partitiec coefficient K_{ow} van deze congenen.

De PCB gehalten in het Nonnetje, Wadpier en Moseel uit de Westerschelde liggen een factor 1'a 5 hoger dan in soortgenoten uit de Waddenzee.

PAK's:

Van de 15 onderzochte componenten komen Fluorantheen, Pyreen, Chryseen, Benz(e)pyreen en Benzo(b)fluorantheen in de hoogste concentraties voor. Chryseen en Benzo(b)fluorantheen zijn daarvan de belangrijkste vanwege hun aangetoonde carcinogene/mutagene werking. Van de 6 soorten bodemdieren die geanalyseerd zijn bevat de Wadpier de hoogste en de Garnaal de laagste concentraties.

De PAK gehalten in het seston zijn veel hoger dan in de bodemdieren. Zo

is het gehalte Chryseen en Benzo(b)fluorantheen in de bodemdieren resp. 4% en 2% van de gehalten in het seston. Er is dus sprake van een verlaging van de gehalten door de organismen: bio-minificatie. Vermoedelijk worden de PAK-componenten door het MFO enzymesysteem van de bodemdieren gemetaboliseerd. In de Wadpier is dit mechanismen waarschijnlijk het minst goed ontwikkeld aangezien dit organisme de hoogste bioconcentratiefactor (K_c) vertoont. Voor Benzo(b)fluotantheen is $K_c = 10^{6.7}$ (gemiddelde van de 6 bodemdieren); deze waarde is nagenoeg gelijk aan de K_{ow} van deze component.

Cadmium:

De hoogste cadmiumconcentraties komen voor in de Wadpier, de Mossel. In deze soorten en in het Nonnetje neemt het cadmiumgehalte in westelijke richting af. De gehalten in de Mossel en de Wadpier zijn vergelijkbaar met die in het seston. In de overige organismen ligt het gehalte 3 keer lager dan in het seston; ook hier lijkt dus sprake van bio-minificatie. Uit de berekende K_c waarden blijkt dat op gewichtsbasis de concentraties in de bodemdieren 10-140 keer hoger zijn dan de gehalten opgeloste cadmium in het water.

De cadmiumconcentraties in Mosselen bij Vlissingen zijn 3 keer hoger dan in Mosselen uit de Oosterschelde, bij Hansweert liggen de gehalten 9 keer hoger dan in de Oosterschelde.

Chroom:

De gehalten in de bodemdieren liggen, met uitzondering van enkele Wadpiëren, beneden de detektielgrens van 3 mg/kg droge stof. In de Westerschelde is chroom waarschijnlijk niet relevant.

Koper:

De hoogste koperconcentraties komen voor in de Garnaal en de Slijkgar-naal; dit is specifiek voor Crustaceën. In deze soorten is het koperge-

behoort bij:

.. november 1988

datum:

43

bladnr:

halte 2 keer hoger dan in het seston. In de overige organismen ligt het kopergehalte op 50% van dat in het seston. De kopergehalten in de Mossel bij Vlissingen en Hansweert zijn vergelijkbaar met die van de Mossel uit de Oosterschelde en de gehalten in de Wadpier uit de Westerschelde zijn vergelijkbaar met die in de Wadpier uit de Waddenzee. Uit de berekende Kc waarden blijkt dat op gewichtsbasis de concentraties in de bodemdieren 10-140 keer hoger zijn dan de gehalten opgeloste koper in het water.

Kwik:

De spreiding in de kwikgehalten zijn gering. De hoogste concentratie is gevonden in de Slijkgarnaal en de laagste concentratie in de Zeeduiszandpoot, beide ter hoogte van Bath.

Een vergelijking tussen de gehalten in de bodemdieren, seston en water is niet mogelijk omdat geen gegevens van seston en water beschikbaar zijn.

Zink:

De hoogste zinkconcentraties komen voor in het Nonnetje. In het Nonnetje is het zinkgehalte 1.5 keer hoger dan in het seston, in de overige bodemdieren ligt het gehalte op 50% van dat in het seston. De zinkgehalten in de Mossel bij Vlissingen en Hansweert zijn vergelijkbaar met die van de Mossel uit de Oosterschelde.

Uit de berekende Kc waarden blijkt dat op gewichtsbasis de concentraties in de bodemdieren 20-490 keer hoger zijn dan de gehalten opgeloste koper in het water.

De belangrijkste stoffen:

Van de stoffen die onderzocht zijn (PCB's, PAK's, Cd, Cr, Cu, Zn, Hg) is een selectie te maken van parameters die voor de Westerschelde vermoedelijk het meest van belang zijn. De volgende mikroverontreinigingen

zijn, gezien de waargenomen concentratieniveau's en de bioconcentratiefactoren als prioritair aan te geven:

- PCB's ; congenere 138 en 153,
- PAK's ; Chryseen en Benz(b)fluorantheen,
- Zware metalen ; Cadmium.

Indikatorsoorten:

Goede indikator soorten voor bovengenoemde prioritaire mikroverontreinigingen zijn de Wadpier (t.a.v. Cadmium PCB en PAK), het Nonnetje (t.a.v. PAK en zink) en de Slijkgarnaal (t.a.v. PCB's). De Wadpier heeft als beperking dat zijn verspreidingsgebied niet verder oostelijk reikt dan de Plaat van Valkenisse. De Slijkgarnaal is zeer klein en daarom praktische redenen minder geschikt.

Biomagnificatie:

De PCB gehalten (op vetbasis) in het Visdiefje zijn ca. 5 keer hoger dan die in Garnaal. In Bot-lever zijn de PCB gehalten in vergelijking met die in de Wadpier 1-9 keer hoger.

De PAK gehalten in het Visdiefje zijn veel lager (0-13%) dan de gehalten in de Garnaal. In Bot-lever zijn de PAK gehalten eveneens veel lager dan de gehalten in de Wadpier 1-9; voor Phenanthreen en Anthraceen is het gehalte in de Bot-lever 10% van dat in de Wadpier, voor de overige componenten is dit percentage beneden 3% . De lagere gehalten in de hogere organismen is vermoedelijk het gevolg van een, t.o.v. de koudbloedige organismen beter ontwikkeld MFO systeem waardoor biotransformatie plaats vindt.

Ten opzichte van de gehalten in de Garnaal is in het Visdiefje het cadmiumgehalte slecht 30% , het kopergehalte 7 % en het zinkgehalte 74 %. De Kwikconcentratie in het Visdiefje daarentegen is 2.6 hoger dan in de Garnaal. Deze conclusies zijn gebaseerd op een zeer gering aantal data (n=2).

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 45

LITERATUUR

1. Buuren, J. van & J. Stronkhorst, 1987. Bemonstering en analyse macrozoöbenthos in de Westerschelde t.b.v. SAWES-4, augustus 1987. Notitie GWWS-87.565.
2. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Projectplan SAWES. Nota GWAQ-87.103.
3. Bijkerk, R., 1988. Ontsnappen of begraven blijven. Bureau RDD Groningen.
4. Stronkhorst, J., 1988. Gegevens sedimentsamenstelling, zoutgehalte, bioturbatiediepte en hoogteligging van de SAWES-4 meetpunten, augustus 1987. Notitie GWWS-88.560.
5. Stronkhorst, J., 1988. Microverontreinigingen in de Mossel uit de Westerschelde: data JMP 1979-1987. Notitie GWWS-88.604.
6. Everaarts, J.M., 1986. The uptake and distribution of copper in the Lugworm, *Arenicola marina*. Neth. J. Sea Res. 20(2/3), 253-267.
7. Duursma, E.K., J. Nieuwenhuize, J.M. van Liere & M.T.J. Hillebrand, 1986. Partitioning of organochlorines between water, particulate matter and some organisms in estuarine and marine systems of The Netherlands. Neth. J. Sea Res. 20(2/3), 239-251.
8. Boon, J. & F. Eijgenraam, 1988. The possible role of metabolism in determining patterns of PCB congeners in species from the Dutch Wadden Sea. Mar. Environm. Res. 24, 3-8.
9. Daemen, E., 1988. De bodemkwaliteit van de intergetijdegebieden in de Westerschelde (najaar 1987). Directie Zeeland, notitie 88.056.
10. Meire, P. & D. Develter, 1988. Macrozoöbenthos van de Westerschelde: eerste overzicht van de resultaten van de macrozoöbenthosbemonstering najaar 1987. Rijksuniversiteit Gent.
11. IKE, 1986. De kwaliteit van de sedimenten in de Westerschelde (Nederland) en in de Zeeschelde (België). Ecologische evaluatie. IKE, Brussel.

behoort bij: Notitie GWWS-88.503
datum: .. november 1988
bladnr: 46

12. Shiu, W.J. & D. Mackay, 1986. A Critical Review of Aqueous solubilities, vapor pressures, Henry's Law constants and Octanol. Water partition coefficients of the Polychlorinated Biphenyls. 1. Phys. Chem. Ref. Data Vol. 15, no. 2, p. 911-929.
13. Vos, G., 1987. Koper in milieu en voeding in Nederland. CCRX-rapport.
14. Zoest, R., 1987. PAK en lindaan metingen in de Schelde in voorjaar 1986. Memo DGW-AO.
15. Essink, K., E. Jagtman & R. Ritsema, 1986. Usefulness of sediment and three benthic invertebrates as indicator of organochlorine pollution in an estuarine environment. Nota GWA0-86.157.
16. Hawker & Connell, 1988. Environ. Sci. Technol., Vol. 22, no. 44.
17. Eggens, M. & J. Boon, 1987. Biotransformatie van PAK's. Notitie GWA0-87.478.
18. Marquenie, J.M. & J.W. Simmers (in prep.). Environmental behaviour of PCB's, who are at risk and why. To be published in Proc. Intern. Conf. on Environm. Contamination, Venice, Sept. 1988.
19. Projektgroep Nospec, 1988. Biologische beschikbaarheid van contaminanten in de Nederlandse kustwateren.
20. Dankers, N. & R. Laane, 1983. A comparison of wet oxidation and loss on ignition of organic material in suspended matter. Environm. techn. letters. Vol. 4, pp. 283-290.
21. Bruggeman, W.A., 1986. De voorspelbaarheid van bio-accumulatie van sterk lipofiele stoffen in waterdieren. Vakblad voor Biologen.
22. Eggens, M & A.D. Vethaak, 1988. PCB's and PAH's in relation to liver tumours in fish in The Netherlands. Notitie Rijkswaterstaat, DGW Groningen.

BIJLAGE 1.

PUNT	X	Y	VERZAMELDE HOEVEELHEID (gr nat)				aantal schelpen	
			CRANGON	COROPH.	NEREIS	ARENIC.	MACOMA < 1cm	> 1 cm
101	vervallen	-	-	-	-	-	-	-
102	-	-	-	2.7	3.9	-	-	-
103	71840	377350	162	6.3-2.9	18.4	-	80	42
104	-	-	-	18.3	25.7	-	40	3
111	-	-	-	6.8	11.0	-	-	-
112	vervallen	-	-	-	-	-	-	-
121	65500	376950	129	23.7	-	38.2	100	4
122	-	-	-	3.9	6.3	26.5	4	56
123	-	-	-	18.0	18.4	54	33	40
124	64550	377140	-	2.8	6.7	9.7	-	13
125	-	-	-	6.0	1.2	32.	29	31
141	-	-	-	-	32/20	-	-	-
142	-	-	-	32.9	47.0	93	-	23
143	55275	384640	121	-	48.7	48	-	2
144	56980	382480	108	-	-	-	-	-
145	55570	382670	-	-	1.3	113/85	1	6
146	54400	383930	-	-	12.5	45	27/7	22/40
161	49580	378610	210	-	-	-	-	-
162	50800	379330	-	-	-	26	-	9
163	54400	376650	-	1.2	3.5	36	-	67
164	49330	375400	-	-	-	129	-	-
181	-	-	-	-	30/41	51	-	8
182	39000	376070	-	-	27/18	134	-	54
183	-	-	-	-	31/12	84	7	52
201	-	-	-	-	18.1	33/93	-	-
202	32250	381300	212	-	-	31/31	8	29/54
203	33500	379000	257	-	2.2	20	-	-
204	-	-	-	-	35/10	54	-/201	46/6
205	31900	381570	-	-	-	36	9	45
206	31780	379200	-	-	7.3/37	-	33	16

vervolg BIJLAGE 1

MONSTERS MOSSELEN

BOEI	LIGT VANAF	AANTAL VERWERKT	RESERVE (in schelp)
VH2	MEI 85	20	+
VH2/86 (1eJAARS)		20	+
NR 9	OKT 85	20	+
E4A	MRT 85	20	+
WPT6	OKT 85	20	+
WPT8	MEI 85	20	+
WPT8/86 (1eJAARS)		-	+
34A	JAN 86	60	-
OH-MG	SEPT 85	46	-
OH-MG/86 (1eJAARS)		-	+(maar 10 ex)
Paalhoofd Baarland		-	+

OVERIGE MONSTERS

PUNT	KOKKEL <2j >2j aantal	NEREIS	NEPTHTYS	BATHYPOREIA
		g r a m m e n	n a t	g e w i c h t
143				16.3
144				16.1
181	42			
182	20 52			
201	7 8		10.2	
202			6.2	
boei 34A		16.0		
OS Kom		ca.50		

BIJLAGE 2. ANALYSERESULTATEN IN HET GEVRIESDROOGDE MONSTER VAN
RESP. GARNAAL, SLIJKGARNAAL, ZEEDUIZFENDFOOT, WADPIER,
NONNETJE EN MOSSEL.

Organische microverontreinigingen in µg/kg
Zware metalen in mg/kg.

Organisme: GARNAAL			
LOKATIE	103	143	202
%asrest	23.19	23.93	22.58
%dr-stof	93.52	93.11	93.39
%org-stof	70.33	69.18	70.81
vetgeh(%)	0.54	0.51	0.74
HCB	1	0	0
PCB's :			
18	1	1	1
15	3	2	2
26	0	0	0
31	0	0	0
28	1	0	0
52	4	2	1
49	1	1	1
44	1	1	0
101	3	2	1
118	8	4	2
→153	19	9	4
138	16	8	5
180	19	7	4
170	6	2	1
Σ7_PCB	70	32	17
PAK's:*)	1	0	
1	0.05	2.4	0
2	2.49	7.9	3
3	9.01	0.5	8.6
4	0.47	1.6	0.5
5	2.9	2.7	2.5
6	4.14	0	2.7
7	0.83	0	0.7
8	2.69	0	3
9	1.45	0	0
10	0	0	0
11	1.14	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
PAK (ΣvB)	4.04	2.7	2.5
Zware metalen:			
Cd	0.7	0.8	0.2
Cr	0.4	0.7	2
Cu	71	52	44
Hg	0.2	0.1	0.1
Zn	77	85	89

*)zie voor verklaring van de nummers tabel 2.

Organisme: SLIJKGARNAAL

LOKAALIE	103	123	142
%asrest	30.86	31.67	33.56
%dr-stof	91.77	91.43	91.99
%org-stof	60.91	59.76	58.43
vetgeh(%)	3.02	2.49	2.07
HCB	2	3	2

PCB's :

18	1	0	0
15	19	15	9
26	2	2	1
31	2	2	1
28	3	1	1
52	32	25	15
49	17	14	11
44	13	8	5
101	79	63	43
118	48	37	28
153	135	116	88
138	108	80	62
180	68	59	44
170	22	14	12
57_PCB	473	381	281

PAK's:

1	0	0	0
2	5.1	6.1	4.9
3	24.5	33.9	23.3
4	1.3	1.5	1.1
5	43.4	31.7	37.4
6	81.5	44.8	45.1
7	21	13.8	15.2
8	51.6	35.9	31.7
9	46.3	29.1	30.3
10	42.7	23.3	20.4
11	14.7	9.3	9.8
12	22	12.7	9.6
13	15.2	8.9	11.3
14	2.2	0	0
15	4.4	2.3	2.4

PAK (6vB) 142.4 88.2 90.9

Zware metalen:

Cd	0.5	0.7	0.9
Cr	0.9	1.8	1.8
Cu	91	98	83
Hg	0.5	0.2	0.2
Zn	93	93	90

Organisme: ZEEDUIZENPOOT

LOKATIE	103	104	142	201	204
%asrest	20.08	16.9	16.47	22.62	15.95
%dr-stof	89.65	93.58	90.8	90.53	90.95
%org-stof	69.57	76.68	74.33	67.91	75
vetgeh(%)	4.16	2.95	5.75	2.91	5.66
HCB	2	2	2	1	1
PCB's :					
18	2	2	2	1	1
15	13	11	10	5	6
26	1	1	2	1	1
31	1	1	0	0	1
28	3	3	4	1	1
52	10	9	7	2	3
49	7	6	8	2	4
44	5	5	4	1	2
101	17	15	11	4	6
118	20	25	25	9	14
153	76	100	93	35	50
138	46	58	59	22	30
180	26	34	29	10	15
170	7	10	9	4	5
Σ PCB	198	244	228	83	119
PAK's :					
1	0	0	0	0	0
2	4.8	3.5	3.7	3.2	6.9
3	25.2	17.8	26.2	19.1	38
4	0.7	0.6	0.7	0.7	1.2
5	30.8	21.6	52.1	24.2	51.4
6	47.3	35.5	50.8	14.7	32.3
7	3.8	3.6	7.7	1.6	4.7
8	9.3	0	14.8	5.5	11.6
9	18.9	10.5	20.2	3.9	14.6
10	11.3	7.8	16.7	4	14
11	2.3	2.1	3.9	1	3
12	2.2	2.1	3	0.5	1.3
13	2.1	2	4.9	2.1	3.9
14	0	0	0	0	0
15	0	0	3.5	0	0
PAK (ΣvB)	48.7	35.6	84.1	31.8	73.6
Zware metalen:					
Cd	0.4	0.5	0.6	0.1	0.3
Cr	2.4	3.8	5.7	4.1	3.4
Cu	18	14	19	14	32
Hg	0.1	0	0.1	0.3	0.1
Zn	201	163	191	124	139

Organisme: WADPIER

LOKATIE	121	123	142	201	202
%asrest	21.25	43.58	28.47	34.5	28.64
%dr-stof	90.9	93.6	90.31	91.69	90.89
%org-stof	69.65	50.02	61.84	57.19	62.25
vetgeh (%)	6.83	5.11	6.23	3.46	4.08
HCB	4	3	3	1	1

PCB's :

18	5	3	3	1	1
15	37	23	17	6	6
26	3	2	3	1	1
31	1	1	1	1	1
28	6	3	1	1	0
52	45	30	26	7	6
49	26	17	17	5	4
44	19	10	7	2	1
101	110	76	73	19	16
118	68	43	50	11	10
153	187	135	160	43	35
138	138	87	88	24	18
180	64	42	54	10	9
170	29	15	13	3	2
Σ PCB	618	416	452	115	94

PAK's :

1	6.3	7.4	8.1	5.1	4.2
2	9.7	7.9	11.1	7.7	6.4
3	38.2	40.4	48.2	34.9	30.9
4	1.4	1.4	2.1	2.6	0.7
5	177	113.1	167.3	102.9	89.7
6	266	177.5	224.4	93.6	65.5
7	39.2	27.8	30.3	15.6	8
8	154.3	100.2	128.8	51.8	43
9	165.4	115.3	146.5	69.8	44.4
10	137.5	101.6	138	74.1	64.9
11	43.5	33.9	50.5	24.2	17.6
12	7.2	7.7	7.3	8	2.2
13	30.3	24	35.1	19.6	12.5
14	5	5.2	5.1	0	0
15	13.1	14.2	18.2	11.2	7.9
PAK (ΣvB)	408.6	294.5	416.4	240	194.8

Zware metalen:

Cd	3.5	4.8	6.2	0.7	0.8
Cr	3.7	7.8	8.5	8.7	3.5
Cu	16	13	19	8	8
Hg	0,1	0,05	0,2	0,1	0,1
Zn	107	89	97	68	65

Organisme: NONNETJE

LOCATIE	103	146	202	204
%asrest	17.88	14.17	18.29	14.29
%dr-stof	91.53	91.73	91.29	91.05
%org-stof	73.65	77.56	73	76.76
vetgeh(%)	4.19	4.7	2.29	3.64
HCB	2	1	1	1
PCB's :				
18	4	2	1	2
15	9	4	2	2
26	2	2	1	1
31	2	1	1	1
28	6	5	1	1
52	33	17	5	10
49	21	14	6	10
44	17	8	3	4
101	73	51	25	37
118	41	26	15	21
153	99	65	39	58
138	77	48	27	41
190	32	18	9	15
170	14	7	4	6
Σ PCB	361	230	121	183
PAK's :				
1	5.2	5.4	2.3	3.6
2	7.9	8.9	7.6	8.3
3	36.9	42.1	37.9	39.2
4	1.1	1.5	1.7	0.7
5	111	94	45.4	82.9
6	206.3	105.7	43.4	80.7
7	45.4	35.2	20.9	28.6
8	106.6	78.1	47.9	71.3
9	57	35.2	24.2	28.4
10	55.6	39.3	32.1	34.5
11	21.4	16.9	12.7	14.3
12	5.6	4.1	3.1	2.2
13	13.7	9.9	8.7	9.3
14	2.6	0	0	0
15	9.3	4.2	4.7	4.7
PAK (ΣVB)	216.6	168.4	106.7	147.9
Zware metalen:				
Cd	0.8	0.4	0.3	0.2
Cr	4.3	2.4	2	1.8
Cu	17	17	13	17
Hg	0.1	0.2	0.2	0.2
Zn	359	351	391	268

Organisme: MOSSEL

BOEI	VH2	NR9	E4A	WPT6	WPT8	34A	OH-MG
%asrest	12.14	11.13				13.24	20.95
%dr-stof	92.69	92.58				90.34	92.62
%org-stof	80.55	81.45				77.1	71.67
vetgeh(%)	4.01	3.73				5.38	3.21
HCb	1	1				1	1
PCB's :							
18	1	1				2	2
15	1	1				2	2
26	1	1				2	1
31	1	1				1	1
28	1	1				2	1
52	9	10				20	15
49	6	6				11	8
44	3	3				7	6
101	25	28				56	46
118	14	16				31	25
153	46	51				91	78
138	29	32				65	54
180	8	7				16	12
170	2	2				4	3
S7_PCB	132	145				281	231
PAK's:		160					254
1	5.4	6.4				8.3	4.2
2	9.2	9.7				9.9	8.4
3	33.6	39.6				31.3	30.2
4	2.2	2.5				1.9	1.8
5	58.8	58.8				59.5	40.3
6	73.9	85.3				95.7	59.7
7	14.4	14.7				19.2	18
8	28.8	34.3				46.1	43
9	17	18.9				31	31.8
10	14.4	12.8				23.2	27.1
11	6.4	5.9				10.1	11.3
12	3.2	3.5				5.9	6.9
13	5.3	6				8	10.1
14	0	0				0	0
15	0	0				0	0
PAK (6vB)	88.1	87				106.7	95.7
Zware metalen:		298.4					292.8
Cd	0.6	1.3				2.1	3.4
Cr	0.9	0.8				1.1	2.8
Cu	8	8				8	8
Hg	6.1	6.1				6.1	6.1
Zn	72	101				110	114

.Gehalte microverontreinigingen in Vlasdiefje (n=2) uit
Saeftinghe, september 1987.

BIJLAGE 3.

=====	vogel 1	=====	vogel 2	=====	gemiddeld	=====	gemiddeld
Xorg.stof	87		89		88		-
X vet	33		23		-		26

	ug/kg DS	ug/kg DS	*	ug/kg AVDW	ug/kg vet
PCB's :					
18	10	9	*	10.8	33.8
15	22	26	*	27.3	85.7
26	47	46	*	52.8	166.1
31	0	0	*	0.0	0.0
28	175	154	*	165.9	587.5
52	32	55	0	48.4	155.4
49	69	83	*	75.0	235.7
44	0	0	*	0.0	0.0
101	1028	1091	*	1204.0	3783.9
118	1920	1106	*	1719.3	5403.6
153	6574	4232	*	6139.8	18296.4
138	4491	2729	*	4102.3	12892.9
180	3865	2611	*	3879.5	11564.3
170	885	509	*	792.0	2489.3

PAK's :					
Ace			*		
Fl	8.0	6.9	*	8.5	26.6
Phe	37.8	28.7	*	37.8	118.8
Ant	0.0	0.0	*	0.0	0.0
Flu	13.8	10.3	*	13.7	43.0
Py	21.8	8.0	*	16.9	53.2
BaA	5.7	2.3	*	4.5	14.3
Ch	11.5	4.8	*	9.1	28.8
BeP	19.5	0.0	*	11.1	34.8
BbF	2.3	0.0	*	1.3	4.1
BkF	0.0	0.0	*	0.0	0.0
BaP	0.0	0.0	*	0.0	0.0
BghiP	0.0	0.0	*	0.0	0.0
DahA	0.0	0.0	*	0.0	0.0
IP	0.0	0.0	*	0.0	0.0
PAK (6vB)	74.8	0.0	*	42.4	133.2

Zware metalen:				
Cd	0.3	0.3	*	0.3
Cr	3.3	3.1	*	3.5
Cu	6.5	6.7	*	7.5
Hg	0.7	0.5	*	0.7
Zn	34.8	106.9	*	80.5

Gehalte microverontreinigingen in Bot-lever uit de omgeving van Vlissingen BIJLAGE 4.
 en Terneuzen / Hansweert, september 1987. Bron: lit. 2022

vetperc.	Terneuzen / Hansweert				Vlissingen			
	male	female	male	female	male	female	male	female
	ug/kg d.s.		ug/kg vet		ug/kg d.s.		ug/kg vet	
PCB's	47	35			56	50		
52	86	99	183	283	236	532	421	887
49	58	68	123	194	125	241	229	402
44								
101	235	289	500	826	596	970	1064	1617
116	210	292	447	834	481	828	859	1360
153	548	800	1166	2286	1159	1953	2058	3255
138	384	514	774	1469	875	1485	1563	2475
180	169	244	360	697	580	997	1000	1862
170	96	131	204	374	281	475	502	792
105	98	122	209	349	313	553	559	922
187	754	244	1604	697	315	557	563	928
PAK's								
Ace								
F1								
Fhe	37.7	45.1	80	128	40.8	38.3	73	86
Ant	2.6	0.6	6	2	3	4.8	5	8
Flu			0	0		36.6	0	61
Py	16.5	30.4	35	67	36.3	32.4	65	54
BaA			0	0	3	2.5	5	4
Ch	0.4		1	0	9.8	7.9	18	13
BeF			0	0		3.5	0	6
BbF			0	0		6.5	0	11
BkF			0	0		0.3	0	1
BaP			0	0	0.2	0.3	0	1
BghiP			0	0		0.8	0	1

BIJLAGE 5.

PCB-en PAK gehalten in . seston en
cadmium, chroom, koper en zink gehalten in water en seston in de
Westerschelde bij een saliniteit van 12 o/oo (punt 103), 18 o/oo (punt 142)
en 24 o/oo (punt 202); gegevens SAWES-chemie, R.v.Zoest/GJ, Zwolaman.

LOKATIE	103	142	202	eenheid
Algemene parameters:-----				
POC/zw.st	5.2	4.9	3.5	o/o
saliniteit	12	18	24	o/oo
PCB's : -----				
18				ng/g zw.stof
15				ng/g zw.stof
26	0.8	1.27	0.25	ng/g zw.stof
31	3.56	6.72	2.08	ng/g zw.stof
28	3.38	6.6	1.91	ng/g zw.stof
52	7.21	5.68	2.38	ng/g zw.stof
49	5.26	5.64	3.15	ng/g zw.stof
44	4.46	4.88	1.64	ng/g zw.stof
101	11.53	7.53	3.28	ng/g zw.stof
118	8.22	5.68	2.7	ng/g zw.stof
153	17.23	11.78	5.23	ng/g zw.stof
136	14.31	9.81	4.11	ng/g zw.stof
180	10.73	7.04	2.64	ng/g zw.stof
170	6.4	4.37	1.81	ng/g zw.stof
PAK's: -----				
Ace	180	200	76	ng/g zw.stof
Fl	101	127	45	ng/g zw.stof
Phe	360	553	183	ng/g zw.stof
Ant	78	74	41	ng/g zw.stof
Flu	383	388	242	ng/g zw.stof
Py	355	324	185	ng/g zw.stof
BaA	178	175	121	ng/g zw.stof
Ch	163	186	115	ng/g zw.stof
BeP	186	180	110	ng/g zw.stof
BbF	285	277	175	ng/g zw.stof
BkF	135	127	80	ng/g zw.stof
BaP	223	203	125	ng/g zw.stof
BghiP	172	168	102	ng/g zw.stof
DahA	20.8	16.3	14.1	ng/g zw.stof
IP	192	182	123	ng/g zw.stof
Zware metalen:-----				
Cd-opg	0.07	0.07	0.02	ug/l
Cd-geass.	3.3	1.7	1	ug/g zw.stof
Cr-opg				ug/l
Cr-geass.	148.2	129.5	100.8	ug/g zw.stof
Cu-opg	1.2	1	0.8	ug/l
Cu-geass.	48.3	32.8	23.8	ug/g zw.stof
Zn-opg	6.6	3.7	1.1	ug/l
Zn-geass.	311.1	244.5	199.1	ug/g zw.stof

Tabel 21. Gehalten microverontreinigingen in het sediment (0-5 cm) op de punten 103,104,142,146,202 en 204 en PCB gehalten op het Konijneschor en Kapelle bank
Bron: lit.g; voor Cd op de punten 103, 142 en 202 lit.11.

LOKATIE	103	104	142	146	202	204	eenheid
=====							
Xorg.stof	0.5	0.5	4.8	0.5	0.5	2	o/o
PAK's: =====							
Ace							mg/kg droog sedime
Fl							mg/kg droog sedime
Phe							mg/kg droog sedime
Ant							mg/kg droog sedime
Flu	0.0100	0.0700	0.2000	0.0300	0.0300	0.1700	mg/kg droog sedime
Py							mg/kg droog sedime
BaA							mg/kg droog sedime
Ch							mg/kg droog sedime
BeP							mg/kg droog sedime
BbF	0.0000	0.0500	0.1500	0.0200	0.0200	0.1200	mg/kg droog sedime
BkF	0.0000	0.0200	0.0600	0.0000	0.0100	0.0400	mg/kg droog sedime
BaP	0.0000	0.0200	0.0600	0.0100	0.0100	0.0900	mg/kg droog sedime
BghiP	0.0000	0.0400	0.0900	0.0100	0.0100	0.1000	mg/kg droog sedime
DahA							mg/kg droog sedime
IP	0.0000	0.0400	0.1100	0.0100	0.0100	0.0800	mg/kg droog sedime
PAK (6vB)	0.0100	0.2400	0.6700	0.0800	0.0900	0.6000	mg/kg droog sedime
Zware metalen:=====							
Cd	0.7	0	0.7	0	0.3	0	mg/kg droog sedime
Cr	18	19	31	19	10	13	mg/kg droog sedime
Cu	2.9	3.7	13	0	0	2.7	mg/kg droog sedime
Hg	0	0.13	0.34	0	0	0.13	mg/kg droog sedime
Zn	23	56	100	27	24	64	mg/kg droog sedime
PCB's=====							
	Konijne schor		Kapelle bank		eenheid		
ORG STOF	9.6		12.2		o/o		
PCB28	0.00		0.00		mg/kg droog sediment		
52	0.00		0.00		mg/kg droog sediment		
49					mg/kg droog sediment		
44					mg/kg droog sediment		
101	0.02		0.00		mg/kg droog sediment		
118	0.01		0.00		mg/kg droog sediment		
153	0.13		0.01		mg/kg droog sediment		
138	0.17		0.02		mg/kg droog sediment		
180	0.17		0.00		mg/kg droog sediment		
170					mg/kg droog sediment		

Concentratiefactoren BODEMDIEREN/SESTON in de BRAKKE ZONE, voor PCB's en PAK's op AVDW basis en voor zware metalen op droge stof basis.

	Garnaal 103	Slijkgarnaal. 103 123	Zeeduizendpoot 103 104	Wadpfer 121 123	Nonnetje 103			
PCB's :								
26	0.00	0.43	0.44	0.19	0.17	0.56	0.52	0.35
31	0.00	0.10	0.10	0.04	0.04	0.04	0.06	0.08
28	0.04	0.15	0.05	0.13	0.12	0.27	0.18	0.25
52	0.08	0.76	0.60	0.21	0.17	0.93	0.87	0.65
49	0.03	0.55	0.46	0.20	0.15	0.74	0.67	0.56
44	0.03	0.50	0.31	0.17	0.15	0.64	0.47	0.54
101	0.04	1.17	0.95	0.22	0.18	1.42	1.37	0.89
118	0.14	1.00	0.78	0.36	0.41	1.24	1.09	0.70
153	0.16	1.34	1.17	0.66	0.79	1.62	1.63	0.81
138	0.17	1.29	0.97	0.48	0.55	1.44	1.26	0.76
180	0.26	1.08	0.96	0.36	0.43	0.89	0.81	0.42
170	0.14	0.59	0.38	0.16	0.21	0.68	0.49	0.31
PAK's								
Ace	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Fl	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
Phe	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Ant	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flu	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.07	0.06	0.04
Py	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.11	0.10	0.08
BaA	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.04
Ch	0.00	0.05	0.04	0.01	0.00	0.14	0.13	0.09
BeP	0.00	0.04	0.03	0.02	0.01	0.13	0.13	0.04
BbF	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.07	0.07	0.03
BkF	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.05	0.02
BaP	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
BghiP	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.01
DahA	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.02
IP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
Zware metalen:								
Cd	0.23	0.17		0.14		1.17		0.26
Cr	0.00	0.01		0.02		0.03		0.03
Cu	1.57	2.05		0.42		0.36		0.38
Zn	0.26	0.33		0.72		0.38		1.26

Concentratiefactoren BODEMDIEREN/SESTON in de OVERGANGS-
ZONE; voor PAK's en PCB's op AVDM basis en voor zware
metalen op droge stof basis.

	Garnaal	Slijkgar.	Zeed, poot	Wadpier	Nonnetje	Mossel
punt	143	142	142	142	146	OH-MG
PCB's :						
26	0.00	0.13	0.21	0.37	0.20	0.11
31	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02
28	0.00	0.03	0.08	0.02	0.10	0.02
52	0.05	0.44	0.16	0.73	0.38	0.36
49	0.03	0.33	0.19	0.48	0.31	0.19
44	0.03	0.17	0.11	0.23	0.21	0.17
101	0.04	0.96	0.19	1.54	0.86	0.84
118	0.10	0.83	0.58	1.40	0.58	0.60
153	0.11	1.25	1.04	2.15	0.70	0.91
138	0.12	1.06	0.79	1.42	0.62	0.75
180	0.14	1.05	0.54	1.22	0.32	0.23
170	0.06	0.46	0.27	0.47	0.20	0.09
PAK's						
Ace	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fl	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Phe	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ant	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Flu	0.00	0.02	0.02	0.07	0.03	0.01
Py	0.00	0.02	0.02	0.11	0.04	0.03
BaA	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01
Ch	0.00	0.03	0.01	0.11	0.05	0.03
BeP	0.00	0.03	0.01	0.13	0.02	0.02
BbF	0.00	0.01	0.01	0.08	0.02	0.01
BkF	0.00	0.01	0.00	0.06	0.02	0.01
BaP	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
BghiP	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01
DahA	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
IP	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Zware metalen:						
Cd	0.51	0.58	0.39	4.04	0.26	2.18
Cr	0.01	0.02	0.05	0.07	0.02	0.02
Cu	1.70	2.75	0.64	0.64	0.57	0.26
Zn	0.37	0.40	0.86	0.44	1.57	0.50

BIJLAGE 9.

Concentratiefactoren BODEMDIEREN/SESTON in de MARIENE ZONE, voor PCB's en PAK's
op AVDW basis en voor zware metalen op droge stof basis.

	Garnaal	Zeeduizendpoot		Wadpier		Nonnetje		Mossel	
punt	202	201	204	201	202	202	204	nr.9	vh2
PCB's :									
26	0.00	0.41	0.37	0.48	0.45	0.38	0.36	0.34	0.35
31	0.00	0.00	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
28	0.00	0.05	0.05	0.06	0.00	0.05	0.05	0.04	0.05
52	0.04	0.08	0.12	0.36	0.28	0.20	0.36	0.36	0.33
49	0.03	0.07	0.12	0.18	0.14	0.18	0.28	0.16	0.17
44	0.06	0.06	0.11	0.15	0.07	0.16	0.22	0.16	0.16
101	0.03	0.13	0.17	0.71	0.55	0.73	1.03	0.73	0.66
118	0.07	0.34	0.46	0.50	0.42	0.53	0.71	0.51	0.45
153	0.08	0.69	0.89	1.01	0.75	0.72	1.01	0.84	0.76
138	0.12	0.55	0.68	0.71	0.48	0.63	0.81	0.67	0.61
180	0.15	0.39	0.53	0.46	0.38	0.33	0.52	0.23	0.26
170	0.05	0.22	0.24	0.19	0.12	0.20	0.28	0.09	0.09
PAK's									
Ace	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Fl	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Phe	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ant	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Flu	0.00	0.01	0.02	0.05	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02
Fy	0.00	0.01	0.02	0.06	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03
BaA	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Ch	0.00	0.00	0.01	0.06	0.04	0.04	0.06	0.03	0.02
BeP	0.00	0.00	0.01	0.08	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
BbP	0.00	0.00	0.01	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
BkP	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
BaP	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BghiP	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
DahA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IP	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Zware metalen:									
Cd	0.21	0.11	0.33	0.76	0.88	0.33	0.22	1.40	0.65
Cr	0.02	0.04	0.04	0.09	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
Cu	1.97	0.65	1.47	0.37	0.37	0.60	0.78	0.36	0.36
Zn	0.48	0.69	0.77	0.37	0.36	2.15	1.46	0.55	0.39

. Distributiecoëfficiënt voor enkele zware
metalen op basis van gegevens in *bijlage 5*.

LOKATIE	103	142	202
Cd	47143	24286	50000
Cr			
Cu	40250	32800	29875
Zn	47136	66081	181000

log(Kow), log(Kd)seston en log(Kd)org.seston.

PCB's :	log(Kow)	Kd seston totaal	Kd org.seston
16	5.6	3.69	5.04
15	5.3	3.36	4.70
26	5.5	4.31	5.66
31	5.7	4.10	5.44
28	5.8	4.19	5.53
52	6.1	4.35	5.69
49	6.1	4.32	5.66
44	6	4.33	5.67
101	6.4	5.13	6.46
118	6.4	5.25	6.59
153	6.9	5.46	6.80
138	7	5.39	6.73
180	7.3	5.44	6.78
170	7.4	5.40	6.99

PAK's:

Ace			
Fl	4.18		
Phe	4.63		
Ant			
Flu	5.22	5.20	6.54
Py	5.22		
BaA			
Ch	5.91		
BeP			
BbF	6.57	6.15	7.49
BkF	6.84	5.74	7.06
BaP	6.5	6.23	7.57
BghiP	7.1	5.91	7.25
DahA			
IP	7.68		

BIJLAGE 11.

V O O R P C B

>>>model 1:log(Kow) versus Kd(seston)

Regression Output:

Constant -1.38012
 Std Err of Y Est 0.287003
 R Squared 0.847439
 No. of Observations 14
 Degrees of Freedom 12
 X Coefficient(s) 0.960218
 Std Err of Coef. 0.117610

>>>model2:log(Kow) versus Kd(org.seston)

Regression Output:

Constant -1.56223
 Std Err of Y Est 0.339566
 R Squared 0.864908
 No. of Observations 14
 Degrees of Freedom 12
 X Coefficient(s) 1.219681
 Std Err of Coef. 0.139150

BIJLAGE 12.

Distributiescoefficient K_d (dm^3/g) voor OMIVE's en de daaruit berekende gehalten in het water ($\mu g/l$) op basis van de gehalten in resten en de Bioaccumulatiescoefficient K_c (=gehalte in water/gehalte in bodemdier(vethasis)) in de BRAKKE ZONE.

	Kd geh. water	$\log(K_c)$ garnaal	$\log(K_c)$ slijkgar.	$\log(K_c)$ keed.	$\log(K_c)$ pootwepier	$\log(K_c)$ nonnetje
PCB's :						
18	4.94E+03					
15	2.28E+03					
28	2.06E+04	3.89E-05	6.23	5.79	6.05	6.08
31	1.25E+04	2.86E-04	5.54	5.40	5.49	5.70
26	1.54E+04	2.20E-04	6.53	6.68	6.04	6.48
52	2.23E+04	3.24E-04	5.78	6.12	5.57	5.93
49	2.08E+04	2.53E-04	5.87	5.12	5.28	5.46
44	2.12E+04	2.11E-04	5.84	6.43	5.90	6.26
101	1.36E+05	8.49E-05	6.82	7.49	6.68	7.28
118	1.78E+05	4.66E-05	7.50	7.53	7.01	7.33
153	2.88E+05	5.99E-05	7.77	7.87	7.48	7.68
138	2.43E+05	5.89E-05	7.70	7.78	7.27	7.54
180	2.74E+05	3.82E-05	7.95	7.76	7.20	7.98
170	2.50E+05	2.56E-05	7.64	7.45	6.82	7.22
PAK's :						
Ace						
Fl						
Pha						
Ant						
Flu	2E+05	2.42E-03	5.35	5.77	5.49	6.03
Py						
BaA						
Ch						
BeP						
BbF	1E+06	2.02E-04		6.85	6.33	7.00
BkF	5E+05	2.46E-04	5.83	6.30	5.35	6.41
BaP	2E+06	1.31E-04		6.74	5.61	5.90
BghiP	8E+05	2.12E-04		6.38	5.38	6.32
DahA						
IP						
Zware metalen:						
Cd	0.07		1.15	1.07	0.91	1.86
Cr						
Cu	1.2		1.92	2.10	1.33	1.28
Hg						
Zn	6.8		1.22	1.36	1.64	1.37

BIJLAGE 13.

Distributiec coefficient Kd (dm³/g) voor OMIVE's en de
daaruit berekende gehalten in het water (ug/l) op basis van de gehalten in seston
en de Bioaccumulatiecoefficient Ko (=gehalte in water/gehalte in bodemdier(vetbasis))
in de OVERGANGSZONE.

	Kd geh. water	log(Ko) garnaal	log(Ko) slijkgr.	log(Ko) zeed.	log(Ko) pootwadvier	log(Ko) nonnetje	log(Ko) mossel
PCB's :							
18	4.94E+03						
15	2.26E+03						
26	2.06E+04	6.18E-05	5.89	5.75	5.89	5.84	5.70
31	1.25E+04	5.39E-04	4.95		4.47	4.50	4.76
28	1.54E+04	4.29E-04	5.05	5.21	4.57	5.39	4.86
52	2.23E+04	2.55E-04	6.19	6.45	5.68	6.21	6.15
49	2.08E+04	2.71E-04	5.86	6.29	5.71	6.00	6.04
44	2.12E+04	2.31E-04	5.93	6.02	5.48	5.69	5.87
101	1.36E+05	5.54E-05	6.85	7.57	6.54	7.33	7.29
118	1.76E+05	3.22E-05	7.39	7.62	7.13	7.40	7.23
153	2.88E+05	4.09E-05	7.63	8.02	7.60	7.80	7.53
138	2.43E+05	4.04E-05	7.59	7.87	7.40	7.54	7.40
180	2.74E+05	2.57E-05	7.73	7.92	7.29	7.53	7.17
170	2.50E+05	1.75E-05	7.35	7.52	6.85	7.08	6.93
PAK's :							
Ace							
Fl							
Phe							
Ant							
Flu	2E+05	2.45E-03	5.33	5.87	5.57	6.04	5.81
Py							
BaA							
Ch							
BeP							
BbF	1E+06	1.95E-04	6.70	6.17	7.05	6.63	6.63
BkF	5E+05	2.31E-04	6.31	5.47	6.54	6.19	6.18
BaP	2E+06	1.20E-04	6.59	5.64	5.99	5.86	6.25
BghiP	8E+05	2.07E-04	6.42	5.82	6.44	6.01	6.16
DahA							
IP							
Zware metalen:							
Cd	0.07	1.22	1.34	1.06	2.16	0.87	1.63
Cr							
Cu	1	1.88	2.15	1.41	1.49	1.34	1.05
Hg							
Zn	3.7	1.52	1.62	1.84	1.63	2.09	1.63

BIJLAGE 14.

Distributiescoefficient Kd (dm³/g) voor OMIVE's en de daaruit berekende gehalten in het water (ug/l) op basis van de gehalten in eeston en de Bioaccumulatiescoefficient Kc (= gehalte in water/gehalte in bodemdier) in de MARIENE ZONE. (voor organische micro's; gehalte in bodemdieren op vetbasis. Voor zware metalen; gehalte in bodemdieren op AVDW basis).

	Kd geh. water	log(Kc) garnaal	log(Kc) slijkgar.	log(Kc) zeed.	log(Kc) pootwadvier	log(Kc) nennetje	log(Kc) mossel
PCB's :							
18	4.94E+03						
15	2.28E+03						
26	2.06E+04	1.22E-05		6.16	6.30	6.56	6.34
31	1.25E+04	1.67E-04		5.02	5.17	5.42	5.21
28	1.54E+04	1.24E-04		5.15		5.55	5.33
52	2.23E+04	1.07E-04	6.10	5.70	6.14	6.31	6.40
49	2.08E+04	1.51E-04	5.85	5.67	5.81	6.24	6.03
44	2.12E+04	7.75E-05		5.66	5.50	6.23	6.02
101	1.36E+05	2.41E-05	6.75	6.64	7.21	7.66	7.49
110	1.76E+05	1.53E-05	7.25	7.21	7.20	7.63	7.45
153	2.88E+05	1.82E-05	7.47	7.69	7.67	7.97	7.86
138	2.43E+05	1.68E-05	7.60	7.50	7.42	7.84	7.70
180	2.74E+05	9.64E-06	7.75	7.44	7.36	7.61	7.29
170	2.50E+05	7.64E-06	7.25	7.06	6.81	7.36	6.85
PAK's:							
Ace							
Fl							
Phe							
Ant							
Flu	2E+05	1.53E-03	5.34	5.77	6.16	6.11	6.01
Py							
BaA							
Ch							
BeP							
BbF	1E+06	1.24E-04		6.30	7.11	7.05	6.44
BkF	5E+05	1.46E-04		5.56	6.47	6.56	6.04
BeP	2E+06	7.36E-05		5.49	5.86	6.26	6.11
BghiF	6E+05	1.25E-04		5.74	6.39	6.48	6.11
DahA							
IP							
Zware metalen:							
Cd	0.02		1.15	1.30	1.61	1.31	1.90
Cr							
Cu	0.6		1.89	1.73	1.21	1.35	1.00
Hg							
Zn	1.1		2.06	2.23	1.88	2.69	2.05