

BEGEHANDELD

opdrachtgever:

Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren

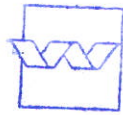
## microverontreinigingen in sediment en biologisch materiaal van de Westerschelde

resultaten bemonstering 1989

<input type="checkbox"/>	1	geheim
<input type="checkbox"/>	2	niet ter inzage derden
<input checked="" type="checkbox"/>	3	niet ter inzage derden gedurende 10 jaar
<input type="checkbox"/>	4	openbaar

verslag resultaten analyses

juli 1990



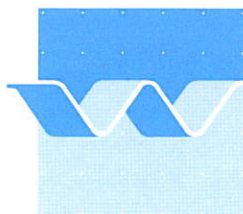
bibliotheek  
postbus 177 - 2600 MH Delft

waterloopkundig laboratorium | WL

2e EXEMPLAAR

# microverontreinigingen in sediment en biologisch materiaal van de Westerschelde

resultaten bemonstering 1989



waterloopkundig laboratorium | WL

MICROVERONTREINIGINGEN IN SEDIMENT EN BIOLOGISCH MATERIAAL VAN DE  
WESTERSCHELDE BEMONSTERD IN 1989  
(project SAWES\*BIO)

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING . . . . .	1
	1.1 Achtergrond en doelstelling . . . . .	1
	1.2 Verantwoording . . . . .	1
2	HERKOMST VAN DE MONSTERS . . . . .	1
3	VOORBEHANDELING EN ANALYSE . . . . .	3
	3.1 Voorbehandeling van sediment en biologisch materiaal . . . . .	3
	3.1.1 Sediment . . . . .	3
	3.1.2 Biologisch materiaal . . . . .	3
	3.2 Eigenschappen waarop de monsters zijn geanalyseerd . . . . .	3
	3.3 Analytische procedures . . . . .	4
	3.3.1 Drooggewicht, gloeiverlies, vetgehalte . . . . .	4
	3.3.2 Zware metalen en calcium . . . . .	4
	3.3.3 Organische microverontreinigingen . . . . .	5
4	RESULTATEN ANALYSES . . . . .	6
	4.1 Nat- en drooggewicht, gloeiverlies, vetgehalte . . . . .	6
	4.2 Zware metalen en Ca . . . . .	6
	4.3 Polychloorbiphenylen (PCB's) en HCB . . . . .	8
	4.4 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) . . . . .	11
5	BESPREKING RESULTATEN . . . . .	13

FIGUREN

BIJLAGEN

**MICROVERONTREINIGINGEN IN SEDIMENT EN BIOLOGISCH MATERIAAL VAN DE  
WESTERSCHELDE BEMONSTERD IN 1989**  
(project SAWES\*BIO)

## **1 INLEIDING**

### 1.1 Achtergrond en doelstelling

In het kader van het beleids- en beheersplan "Omgaan met water" heeft de Rijkswaterstaat (RWS) zich ten doel gesteld meer kennis te vergaren omtrent aard, omvang en effecten van microverontreinigingen in het watersysteem Westerschelde. Daarvoor is door de Dienst Getijdewateren (DGW) van RWS het project SAWES (Systeemanalyse Westerschelde) opgezet. Het doel van dit project is kennis te verwerven en zodanig te operationaliseren dat inzicht wordt gegeven in de gevolgen van verontreinigingen, en een reductie daarvan, voor de natuur-, recreatie- en visserijfunctie van de Westerschelde. Daartoe worden/zijn een aantal simulatiemodellen ontwikkeld waarmee het onder andere mogelijk wordt, als functie van de belasting van en ingrepen in het Schelde estuarium, de paden en lotgevallen van verontreinigende stoffen en ophoping daarvan in organismen, alsmede de mogelijke effecten te bepalen.

Ten behoeve van de bio-accumulatie modellen zijn gegevens nodig van de concentraties van microverontreinigingen in de abiotische compartimenten, waaronder de waterbodem, en in organismen. Door middel van veldonderzoek is getracht een deel van bedoelde gegevens te verzamelen.

### 1.2 Verantwoording

De monsternamen zijn verzorgd door medewerkers van DGW-Middelburg. Het analytisch gedeelte van het project is uitgevoerd door DGW/IOL in Groningen in samenwerking met de vestiging Haren van WL. De leiding berustte bij respectievelijk de heer F. Smedes van DGW/IOL en ir. H.N. Kerdijs van WL. De monstervoorbehandeling en de analyse van de monsters op organische microverontreinigingen vond plaats bij DGW. Hierbij dienen de namen te worden genoemd van de heer A. de Jong van DGW en mevrouw W. Sipkema van WL. Het onderzoek op zware metalen vond plaats op het laboratorium van WL in Haren door de heer P. Arkema. Het verslag is in samenspraak tussen bovengenoemde personen tot stand gekomen.

## **2 HERKOMST VAN DE MONSTERS**

Door de dienst Getijdewateren (DGW) van Rijkswaterstaat is een bemonstering in de Westerschelde uitgevoerd van sediment en biologisch materiaal. De monsterlokaties, het type monster, de data van bemonstering en het labnummer staan vermeld in tabel 1. De codes van de monsterlokaties zijn aangegeven in figuur 1. Het microfytobenthos is verzameld in juni 1989 op een 5-tal lokaties verspreid over de gehele Westerschelde. Tegelijkertijd is op dezelfde lokaties sediment genomen. Het zoöplankton is in mei 1989 verzameld op 3 lokaties in het oostelijk, midden en westelijk deel van de Westerschelde. In juni en september 1989 zijn op dezelfde hoogte botten gevangen. De kokkels zijn verzameld in september 1989 in het midden en westelijk deel van het estuarium. In het westelijk deel zijn in het midden van 1989 eieren geraapt van de dwergster (Ritthem), de grote ster (Hooge Platen) en de scholekster (Terneuzen).

Tabel 1. Lokatie, datum van bemonstering en het labnummer van de monsters.

labnummer	monstersoort	monsterlokatie	code	bemonsteringsdatum
8900699	microfytobenthos	Appelzak	102	21 juni 1989
8900698	microfytobenthos	Bath	104	21 juni 1989
8900697	microfytobenthos	Biezelingse Ham	142	20 juni 1989
8900700	microfytobenthos	Molenplaat	143	20 juni 1989
8900701	microfytobenthos	Hooge Platen	202	22 juni 1989
8900704	sediment <63 $\mu\text{m}$	Appelzak	102	21 juni 1989
8900703	sediment <63 $\mu\text{m}$	Bath	104	21 juni 1989
8900702	sediment <63 $\mu\text{m}$	Biezelingse Ham	142	20 juni 1989
8900705	sediment <63 $\mu\text{m}$	Molenplaat	143	20 juni 1989
8900706	ei (dwergstern)	Ritthem	201	-
8900707	ei (dwergstern)	Ritthem	201	-
8900708	ei (grote stern)	Hooge Platen	202	31 juli 1989
8900709	ei (grote stern)	Hooge Platen	202	31 juli 1989
8900710	ei (grote stern)	Hooge Platen	202	31 juli 1989
8900711	ei (grote stern)	Hooge Platen	202	31 juli 1989
8900712	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900713	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900714	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900715	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900716	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900717	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900718	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900719	ei (sholekster)	Terneuzen	164	30 mei 1989
8900720	zoöplankton	Bath	104	19 mei 1989
8900721	zoöplankton	Hansweert	143	19 mei 1989
8900722	zoöplankton	Sloehaven	202	19 mei 1989
8900725	botlever	Saeftinghe	103	- juni 1989
8900724	botlever	Middelgat	142	- juni 1989
8900723	botlever	Hoge Springer	182	- juni 1989
8900730	botlever	Saeftinghe	103	- sept 1989
8900731	botlever	Saeftinghe	103	- sept 1989
8900728	botlever	Middelgat	142	- sept 1989
8900729	botlever	Middelgat	142	- sept 1989
8900726	botlever	Hoge Springer	182	- sept 1989
8900727	botlever	Hoge Springer	182	- sept 1989
8900733	botkarkas	Saeftinghe	103	- juni 1989
8900732	botkarkas	Middelgat	142	- juni 1989
8900738	botkarkas	Saeftinghe	103	- sept 1989
8900739	botkarkas	Saeftinghe	103	- sept 1989
8900736	botkarkas	Middelgat	142	- sept 1989
8900737	botkarkas	Middelgat	142	- sept 1989
8900734	botkarkas	Hoge Springer	182	- sept 1989
8900735	botkarkas	Hoge Springer	182	- sept 1989
8900741	kokkel	Molenplaat	143	5 sept 1989
8900740	kokkel	Hoge Springer	182	6 sept 1989
8900742	kokkel	Hooge Platen	202	6 sept 1989

### 3 VOORBEHANDELING EN ANALYSE

#### 3.1 Voorbehandeling van sediment en biologisch materiaal

##### 3.1.1 Sediment

Van het sediment is de fractie < 63  $\mu\text{m}$  afgescheiden met behulp van een zeefinstallatie, uitgerust met een nylon zeef. Daarna zijn de monsters gedroogd in een vriesdroger tot een constant gewicht. In een mortier is het gevriesdroogde sediment fijn gewreven tot een poeder.

##### 3.1.2 Biologisch materiaal

Het malen van microfythobenthos, zoöplankton, botlevers en eieren gebeurde met een Ultra Turrax type TP 18/10 (Tamson), voorzien van een titaan schacht. Tijdens het homogeniseren met de Ultra Turrax is het noodzakelijk water toe te voegen. Daarna zijn de monsters gedroogd in een vriesdroger tot een constant gewicht. In een mortier is het gevriesdroogde materiaal fijn gewreven tot een poeder.

De kokkels zijn eerst met demi-water schoongespoeld om contaminatie van sediment te voorkomen. Daarna zijn de kokkels van hun schelp ontdaan met een titaan mes. Het vlees is gehomogeniseerd volgens de voorbehandeling van de microfytobenthos, zoöplankton, botlevers en eieren (zie eerste alinea).

Het homogeniseren van de botkarkassen was bewerkelijk en tijdrovend. Het karkas is namelijk niet geschikt om met een Ultra Turrax verwerkt te worden. Vandaar dat besloten is de navolgende procedure te volgen. Elk analysemonster bestaat uit vijf tot tien botten. Eerst zijn alle botten gevriesdroogd. De droge vissen zijn gemalen in een bepermixer voorzien van titanen messen. Het gemalen materiaal bevatte nogal grove stukken. Vooral het vel van deze dieren is taai. Ook was het duidelijk dat de vissen inwendig niet volledig droog waren. Het gemalen materiaal is daarom alsnog een keer gevriesdroogd, voordat het gemalen werd met de Peppingmolen (IB-Haren) die uitgerust is met een titaanzeef met gaatjes van 2mm doorsnede. Het resultaat is een homogeen vismeel dat geschikt is voor analyse.

#### 3.2 Eigenschappen waarop de monsters zijn geanalyseerd

In de monsters zijn zowel metalen als organische microverontreinigingen bepaald. Niet alle monsters zijn echter op dezelfde elementen en verbindingen geanalyseerd. Een overzicht is gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Parameters waarop de monsters zijn geanalyseerd.

type monster	aantal	te onderzoeken parameters
botlever	9	PCB's, HCB, Ca, Cd, Cu, Zn.
botkarkas	8	PCB's, HCB, Ca, Cd, Cu, Zn.
eieren sterns en scholekster	14	PCB's, HCB.
kokkel	3	PCB's, HCB, PAK's, Cd, Cr, Cu, Hg, Zn.
microfytobenthos	5	PCB's, HCB, PAK's, Cd, Cr, Cu, Hg, Zn.
sediment fractie <63 $\mu\text{m}$	4	PCB's, HCB, PAK's, Cd, Cr, Cu, Hg, Zn.
zoöplankton	3	PCB's, HCB, PAK's, Cd, Cu, Hg, Zn.

PCB's (polychloorbiphenylen) en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) zijn verzamelnamen voor groepen verbindingen. In tabel 3 zijn alle individuele componenten per groep aangegeven alsmede hun afkortingen.

Tabel 3. Overzicht onderzochte PCB's en PAK's

PCB's:	trichloor biphenyl	tetrachloor biphenyl	pentachloor biphenyl	hexachloor biphenyl	heptachloor biphenyl
	PCB 18	PCB 44	PCB 101	PCB 138	PCB 170
	PCB 28	PCB 49	PCB 105	PCB 153	PCB 180
	PCB 31	PCB 52	PCB 118		PCB 187

PAK's:	Fenantheen (=fen)	Benz(b)fluorantheen (=bbf)
	Anthraceen (=anth)	Benz(k)fluorantheen (=bkf)
	Fluorantheen (=fluant)	Benz(a)pyreen (=bap)
	Pyreen (=pyr)	Benz(ghi)peryleen (=bghip)
	Benz(a)anthraceen (=baa)	Dibenz(ah)anthraceen (=dbaha)
	Chryseen (=chr)	Ind(123cd)pyreen (=il23cdp)
	Benz(e)pyreen (=bep)	

In alle monsters is verder ter karakterisering het natgewicht, drooggewicht en gloeiverlies bepaald. In de biologische monsters is tevens het totaal vet- en apolair vetgehalte bepaald. De fracties <63  $\mu\text{m}$  van het sediment zijn geanalyseerd op organisch koolstof.

### 3.3 Analytische procedures

#### 3.3.1 Drooggewicht, gloeiverlies, vetgehalte

Voor en na het vriesdrogen is het monster gewogen. Van het gevriesdroogde materiaal is vervolgens het droge stofgehalte bepaald en als percentage van de hoeveelheid nat monster berekend. Droge stof en gloeiverlies (berekend op droge stof) zijn bepaald volgens NEN 3235 versie 4.1.

Het totaal vet is als volgt bepaald. De monsters zijn geëxtraheerd volgens de hete soxhlet methode met een hexaan/acetone mengsel (3:1). Daarna is het extract ingedampt met een Kuderna-Danish/Ball-Schneider opstelling en verder gedroogd in een oven bij 103°C. Het residu wordt aangeduid met totaal vet. Dat deel van het vet dat bij zuivering van een ruw extract over florisisil (zie paragraaf 3.3.3) niet geadsorbeerd wordt noemen we apolair vet. Wanneer het extract met deze vetfractie vervolgens op een SiO<sub>2</sub>-kolom wordt gebracht elueert dit vet slechts m.b.v. acetone van de SiO<sub>2</sub>. Voor de bepaling van het apolaire vet is de silica-kolom, waarvan de PCB's of PAK's zijn geelueerd, nageëluëerd met een hexaan/acetone (3:1) mengsel. Dit extract is ingedampt met behulp van een Kuderna-Danish/Ball-Schneider opstelling en verder gedroogd in een oven bij 103°C. Het residu wordt aangeduid als apolair vet.

#### 3.3.2 Zware metalen en calcium

De monsters zijn ontsloten door middel van een destructie met geconcentreerd salpeterzuur in een teflonbom volgens NEN 6439. Ca en Zn zijn met vlam-AAS gemeten, de metalen Cd, Cr en Cu met grafietoven-AAS. Hg is met SnCl<sub>2</sub> gereduceerd tot metallisch Hg, in een kwartschuwet geatomiseerd volgens de MHS-20 amalgaam methode en gemeten met AAS.

### 3.3.3 Organische microverontreinigingen

De opwerking voor de analyse van PCB's enerzijds en PAK's anderzijds is gescheiden van elkaar uitgevoerd. Een bekende hoeveelheid materiaal is 4 uur geëxtraheerd volgens de hete soxhletmethode met een mengsel van hexaan/acetone (3:1). Het rendement van de analyse is naderhand bepaald door voor de extractie enkele interne standaarden aan het analysemonster toe te voegen; dit zijn PCB 29 en PCB 155 voor de PCB-bepaling en Benz(b)chryseen (BBC) voor de PAK-bepaling.

Veel componenten die naast de PCB's en PAK's voorkomen in het ruwe extract kunnen storen tijdens de opwerking en de chromatografische analyse. Voor het biologische materiaal verliep de zuiveringsstap als volgt. Verwijdering van o.a. polaire vetten vond plaats door het extract over een florisilkolom te leiden. De scheiding van apolair vet en de organische micro-verontreinigingen geschiedde op een kolom gepakt met  $\text{SiO}_2(60)$  70-230 mesh en  $\text{SiO}_2(60)$  35-70 mesh. De PCB-fractie is verkregen na elutie met hexaan. PCB 143 en OCN zijn na het indampen als interne standaarden toegevoegd. De PAK-fractie is verkregen na elutie met hexaan-ether (5%). Na het extract in iso-oktaan te hebben overgebracht zijn de PAK's via een  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -kolom in een methanol-fase gebracht.

In sediment extracten kan elementair zwavel voorkomen dat een langdurige, sterke verstoring van de ECD-detector veroorzaakt. Een eenvoudige manier om het zwavel te verwijderen is door het extract over een kolom te leiden met ontzwavelings-adsorbens ( $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{SO}_3$ ). De PCB-fractie is verkregen door het extract te elueren met hexaan over een combi-kolom gepakt met ontzwavelings-adsorbens en  $\text{SiO}_2$ . PCB 143 en OCN zijn na het indampen als interne standaarden toegevoegd. De PAK-fractie is verkregen door het extract achtereenvolgens met hexaan over een ontzwavelingskolom en met methanol over een  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -kolom te elueren.

De polychloorbifenylen (PCB's) en HCB zijn gemeten met behulp van een HP 5880 gaschromatograaf, uitgerust met een splitless-injector, een capillair dubbelkolomsysteem en twee ECD detectoren op basis van  $^{63}\text{Ni}$ . De specificaties van beide capillaire kolommen zijn:

- kolom I : SE-54 (filmdikte 0.2  $\mu\text{m}$ , lengte 50 m en diameter 0.32 mm).
  - kolom II: CP-Sil-19CB (filmdikte 0.2  $\mu\text{m}$ , lengte 50 m en diameter 0.32 mm).
- De overige meetcondities waren:
- Oven-programma: aanvangstemperatuur 90°C, daarna met 10°C/minuut naar 170°C, vervolgens met 1°C/minuut naar 260°C, daarna 30 minuten uitstoken bij 260°C.
  - GC-condities: injectortemperatuur 250°C; detectortemperatuur 320°C.

De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn gemeten op een HP 1090 vloeistofchromatograaf met twee HP 1046A fluorescentie detectoren. De golflengtes van de fluorescentie-detectoren zijn verschillende malen tijdens een run geschakeld, om zoveel mogelijk op de optimale golflengtes te meten. Voor de scheiding van PAK's is gebruik gemaakt van een reversed phase kolom, type Vydac 201 PB-5 25 cm x 4.6 mm, en een methanol gradiënt. Het gehalte methanol in water begint met 30%. Dit loopt na de injectie in 5 minuten naar 80% methanol, en vervolgens in 35 min. naar 100% methanol. Na 20 min. op 100% methanol is het gehalte in 3 min. weer teruggebracht op 30% methanol.

Voor het bepalen van de PAK's is tweemaal geïnjecteerd. Eenmaal volgens de standaard analysemethode en eenmaal speciaal gericht op de analyse van chryseen, benz(a)pyreen, benz(b)fluorantheen en fluorantheen.



## 4 RESULTATEN ANALYSES

### 4.1 Nat- en drooggewicht, gloeiverlies, vetgehalte

In tabel 4 zijn de resultaten gegeven van de basisparameters. Het natgewicht is opgegeven in gram, het drooggewicht in % van het natgewicht, het gloeiverlies in % van de droge stof en het totaal- en apolair vetgehalte in g/kg droge stof. Organisch koolstof is alleen in sediment bepaald en uitgedrukt in % van de droge stof.

### 4.2 Zware metalen en Ca

Zoals reeds eerder vermeld (paragraaf 3.2) zijn de vogeleieren niet geanalyseerd op metalen. De overige materialen zijn niet op alle metalen onderzocht. De resultaten van de analyses op metalen zijn gegeven in tabel 5 en uitgedrukt in mg/kg droge stof.

Tabel 5. Resultaten metaalanalyses in sediment en biologisch materiaal

monster- soort	lok.- labnr.		Cd	Cr	Cu	Zn	Ca	Hg
	code							
			<----- mg/kg ----->					
microfy	102	8900699	0.06	1.2	15	40		0.05
microfy	104	8900698	0.64	16	28	101		0.13
microfy	142	8900697	0.57	16	52	127		0.17
microfy	143	8900700	0.46	3.4	33	86		0.08
microfy	202	8900701	0.71	1.2	28	48		0.07
sed63	102	8900704	7.72	138	81	406		0.86
sed63	104	8900703	8.42	141	95	420		0.86
sed63	142	8900702	1.87	90	35	237		0.50
sed63	143	8900705	2.93	93	31	214		0.41
zooplank	104	8900720	1.34		34	261		0.15
zooplank	143	8900721	0.48		19	359		0.12
zooplank	202	8900722	0.84		27	373		0.07
botlever	103	8900725	0.90		66	127	200	
botlever	142	8900724	0.79		43	91	208	
botlever	182	8900723	0.25		43	93	62	
botlever	103	8900730	0.91		69	118	73	
botlever	103	8900731	1.11		79	155	164	
botlever	142	8900728	0.81		61	111	91	
botlever	142	8900729	0.63		56	109	86	
botlever	182	8900726	0.47		75	109	113	
botlever	182	8900727	0.63		69	122	120	
botkarkas	103	8900733	<0.02		1.4	90	16250	
botkarkas	142	8900732	<0.02		1.5	87	16200	
botkarkas	103	8900738	<0.02		0.69	74	15500	
botkarkas	103	8900739	0.02		0.78	69	14850	
botkarkas	142	8900736	<0.02		0.63	66	13800	
botkarkas	142	8900737	<0.02		0.75	58	13200	
botkarkas	182	8900734	<0.02		0.71	88	16700	
botkarkas	182	8900735	<0.02		0.74	84	16250	
kokkel	142	8900741	2.07	3.7	21	185		0.15
kokkel	182	8900740	0.81	1.9	7.9	95		0.13
kokkel	202	8900742	0.42	6.0	6.1	83		0.16

Tabel 4. Analyseresultaten nat- en drooggewicht, gloeiverlies, totaal vet, apolair vet en koolstof (de laatste alleen in sediment).

Labnr	Monster- soort	lok. code	nat- gewicht (g)	droge stof (%)	gloe- verlies (%)	totaal vet (g/kg)	apolair vet (g/kg)	organisch koolstof (%)
8900699	microfyt	102	115.4	9.01	61.7	79	19	
8900698	microfyt	104	104.1	6.48	59.9	71	21	
8900697	microfyt	142	22.1	6.83	61.4	*	38	
8900700	microfyt	143	34.8	11.1	62.9	108	46	
8900701	microfyt	202	60.1	13.0	61.2	95	36	
8900704	sed63	102	-	-	8.7	-	-	2.62
8900703	sed63	104	-	-	9.2	-	-	3.38
8900702	sed63	142	-	-	10.0	-	-	2.81
8900705	sed63	143	-	-	14.9	-	-	2.65
8900706	ei dwergstern	201	8.4	18.6	93.9	*	301	
8900707	ei dwergstern	201	28.8	24.9	95.3	432	276	
8900708	ei grote stern	202	29.3	21.1	93.7	286	207	
8900709	ei grote stern	202	25.6	21.0	94.4	364	282	
8900710	ei grote stern	202	23.4	23.4	94.3	335	275	
8900711	ei grote stern	202	23.6	25.0	95.3	396	301	
8900712	ei scholekster	164	55.1	15.5	95.7	371	297	
8900713	ei scholekster	164	47.4	18.8	95.8	383	299	
8900714	ei scholekster	164	40.5	22.5	94.8	357	282	
8900715	ei scholekster	164	42.1	22.7	95.6	375	295	
8900716	ei scholekster	164	35.1	23.4	95.0	369	293	
8900717	ei scholekster	164	37.4	25.2	95.8	375	294	
8900718	ei scholekster	164	38.6	24.5	94.7	347	272	
8900719	ei scholekster	164	43.8	21.8	95.2	340	272	
8900720	zooplankton	104	-	-	85.7	*	7	
8900721	zooplankton	143	-	-	93.9	*	26	
8900722	zooplankton	202	-	-	78.3	*	18	
8900725	botlever	103	42.4	27.8	90.7	395	252	
8900724	botlever	142	39.2	29.4	93.3	428	294	
8900723	botlever	182	33.1	30.3	90.2	433	293	
8900730	botlever	103	56.9	39.5	92.4	640	491	
8900731	botlever	103	49.1	34.0	93.0	593	420	
8900728	botlever	142	57.1	43.6	91.8	668	518	
8900729	botlever	142	68.5	36.4	92.3	627	469	
8900726	botlever	182	44.6	35.2	95.0	502	357	
8900727	botlever	182	48.1	30.2	91.1	479	328	
8900733	botkarkas	103	1210.0	25.1	85.2	193	178	
8900732	botkarkas	142	1366.2	25.7	87.0	208	183	
8900738	botkarkas	103	2612.8	28.9	86.9	250	232	
8900739	botkarkas	103	2627.7	28.3	87.1	246	233	
8900736	botkarkas	142	2957.1	29.8	87.9	269	245	
8900737	botkarkas	142	2948.6	30.6	88.6	269	253	
8900734	botkarkas	182	2409.2	27.1	85.5	213	195	
8900735	botkarkas	182	2560.1	27.3	85.0	195	177	
8900741	kokkel	143	199.3	11.5	73.8	*	9	
8900740	kokkel	182	58.6	9.45	76.5	26	7	
8900742	kokkel	202	200.3	12.1	78.5	28	7	

\* = te weinig monstermateriaal

- = analyse niet van toepassing

Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid van de metaalanalyses is gedurende de analyseperiode 4 keer het referentiemonster mosselhomogenaat geanalyseerd. Daarnaast zijn meerdere monsters, waaronder alle monsters van de botkarkassen, in duplo uitgevoerd. Tabel 6 laat de spreiding zien van de metaalanalyses in het referentie mosselhomogenaat. Daaruit blijkt dat de relatieve standaardafwijking voor Cd, Cu en Zn tussen 1 en 4% bedraagt en voor Hg 11%. Vanwege 1 analyse is die voor Cr hoger (30%). De resultaten van de duplobepalingen zijn opgenomen in bijlage 1. Daaruit kunnen de volgende relatieve standaardafwijkingen voor de duplo's worden afgeleid:

- Cd: sediment 10%; overige materialen 1 tot 4%
- Cr: tussen 3 en 9%
- Cu: botkarkas 8%; overige materialen 2 tot 4%
- Zn: alle materialen 1 tot 2%
- Hg: microfytobenthos 10%; overige materialen 1 tot 3%

De conclusie is dat de betrouwbaarheid van de analyses goed is.

Tabel 6. Spreiding metaalanalyses in referentie mosselhomogenaat

	Cd	Cr	Cu	Zn	Ca	Hg
	<----- mg/kg ----->					
	1.58	2.3	8.0	114		0.28
	1.49	2.1	8.1	110		0.23
	1.65	2.1	8.2	114		0.26
	1.55	3.9	7.9	118		0.22
gemiddelde	1.57	2.6	8.1	114		0.25
standaardafwijking	0.06	0.77	0.11	2.6		0.03
rel. std. (%)	3.6	30	1.4	2.3		11
gecertificeerde waarde	1.67			119		

#### 4.3 Polychloorbiphenylen (PCB's) en HCB

Uit proefanalyses van botkarkas, botlever en eieren bleek dat bij het in bewerking nemen van 0.5 gr. materiaal de gehalten van de hoger gechlorideerde PCB's (vanaf PCB101) dermate hoog waren dat deze buiten het meetbereik vielen. Minder materiaal dan 0.5 gr. garandeert onvoldoende dat een representatief deel van het monster in bewerking is genomen. Daarom zijn de extracten van genoemde materialen voor de hogere gechlorideerde PCB's tien maal verdund.

In tabel 7 zijn de resultaten van de analyses op PCB's en HCB vermeld. De betrouwbaarheid van de analyses is uit de volgende gegevens af te schatten:

- recoveries van PCB29 en PCB155;
- analyses in referentiemateriaal; en
- duplobepalingen.

De recovery van PCB29 en PCB155 in alle monsters is weergegeven in bijlage 2. Per monstersoort is een samenvatting van de recoveries gegeven in tabel 8. In het algemeen is de recovery goed te noemen en zijn er slechts kleine verschillen tussen die voor PCB29, welke component in het begin van het chromatogram wordt aangetroffen, en die voor PCB155, welke achterin het chromatogram ligt. De recovery voor PCB29 is het hoogst voor sediment (circa 110%), en het laagst voor zooplankton, botlevers en kokkels (83 tot 87%). Voor zowel sediment als

Tabel 7. Resultaten HCB en PCB analyses opgegeven in µg/kg droge stof.

Labnr	soort	HCB	PCB 18	PCB 31	PCB 28	PCB 52	PCB 49	PCB 44	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 105	PCB 138	PCB 187	PCB 180	PCB 170
8900699	microfy	27.8	2.3	4.1	2.6	9.1	4.7	2.3	16.4	4.6	28.2	5.3	16.0	8.3	14.5	5.5
8900698	microfy	43.2	3.2	5.2	3.8	13.8	7.1	5.0	30.4	5.7	45.7	11.5	20.6	10.7	17.6	5.0
8900697	microfy	83.3	4.0	13.3	5.1	7.1	4.1	2.5	7.9	2.6	11.5	1.8	5.7	2.9	4.6	1.5
8900700	microfy	65.6	3.8	9.7	4.9	7.8	4.5	2.9	12.0	3.6	17.7	2.7	8.6	4.7	7.0	2.2
8900701	microfy	32.1	2.5	3.9	3.0	7.8	4.8	3.1	16.4	4.2	21.3	3.8	10.4	5.9	6.8	2.6
8900704	sed63	15.9	2.9	2.5	3.6	6.5	6.3	3.5	14.4	8.8	22.7	8.4	19.6	8.3	16.2	8.1
8900703	sed63	10.1	2.3	2.7	3.6	6.7	6.3	3.7	14.7	9.2	23.5	9.0	20.2	8.4	15.5	8.0
8900702	sed63	9.4	1.3	1.6	2.0	2.1	2.5	1.2	4.7	3.8	7.7	2.0	6.6	2.8	4.4	2.5
8900705	sed63	12.0	1.6	3.7	2.2	2.1	2.7	1.2	4.6	3.7	7.6	1.9	6.3	2.6	4.2	2.3
8900720	zoopl	3.6	3.9	4.0	7.7	38.4	20.2	19.0	82.1	34.4	98.3	30.1	70.4	21.4	38.2	15.7
8900721	zoopl	0.8	1.0	1.3	1.6	4.3	3.1	2.3	9.2	4.7	15.0	3.6	10.3	3.3	4.4	2.9
8900722	zoopl	1.3	1.5	1.8	2.5	8.6	10.2	4.4	21.9	10.7	32.7	6.7	21.6	7.4	7.5	3.5
8900741	kokkel	6.8	0.6	1.5	1.1	3.4	3.0	1.9	10.7	7.3	22.8	5.4	16.3	6.4	8.7	4.8
8900740	kokkel	1.1	0.4	0.3	0.4	1.6	1.5	0.8	5.3	4.0	11.8	2.7	8.4	3.6	4.8	2.6
8900742	kokkel	2.3	0.6	0.7	0.7	1.9	2.1	1.1	5.7	4.5	12.0	2.5	8.2	3.3	4.1	2.3
8900706	ei dw	79.6	2.1	19.7	55.8	184	15.9	24.8	425	587	2211	199	1368	586	829	336
8900707	ei dw	54.3	2.3	15.5	47.5	158	16.1	25.2	422	565	2215	188	1360	573	858	345
8900708	ei gr	33.9	1.0	11.9	20.6	94.0	21.6	24.9	323	519	2122	156	1278	678	829	327
8900709	ei gr	67.3	3.3	28.1	49.8	71.2	68.4	11.7	548	497	1655	163	1056	493	521	221
8900710	ei gr	66.3	2.2	20.0	34.7	86.6	39.9	14.0	483	545	2182	166	1310	653	818	328
8900711	ei sch	48.4	1.2	10.0	15.1	51.5	18.0	8.3	193	183	634	63.1	382	191	231	92.4
8900712	ei sch	35.6	0.6	3.1	16.1	13.5	10.7	2.9	79.6	483	2105	149	1125	515	667	280
8900713	ei sch	36.3	1.2	0.0	35.7	15.3	14.9	3.6	111	913	4005	251	2134	941	1487	650
8900714	ei sch	29.0	1.4	0.0	41.2	18.3	19.6	4.8	136	902	3190	223	1800	708	913	424
8900715	ei sch	40.9	1.8	0.0	44.9	10.8	11.9	2.8	79.4	646	2548	194	1413	433	821	363
8900716	ei sch	45.4	2.2	0.0	47.2	12.8	12.4	3.1	108	1149	4466	297	2536	1033	1361	605
8900717	ei sch	35.3	1.4	0.0	18.8	9.2	9.1	1.5	67.2	474	2072	153	1102	460	688	302
8900718	ei sch	34.4	1.1	0.0	32.2	11.7	10.8	2.3	84.3	850	3380	246	1934	894	1227	551
8900719	ei sch	27.7	1.4	0.0	32.7	9.5	10.6	2.2	91.8	1201	4773	278	2531	916	1324	624
8900725	botlev	54.5	24.3	23.6	59.5	268	125	86.6	996	622	1884	427	1380	499	913	388
8900724	botlev	39.7	9.7	11.5	27.7	126	62.0	42.8	440	271	903	180	621	253	399	183
8900723	botlev	25.9	5.2	9.3	18.0	71.4	43.6	17.2	235	172	542	73.9	341	142	152	74.1
8900730	botlev	80.9	50.1	43.2	103	586	253	152	1366	820	2363	548	1793	632	1182	500
8900731	botlev	91.8	36.7	45.3	108	547	235	159	1325	806	2440	560	1833	648	1256	520
8900728	botlev	55.1	17.8	21.3	51.9	237	119	79.8	860	541	1682	321	1201	444	687	307
8900729	botlev	47.7	15.7	18.0	43.6	193	97.9	64.2	657	414	1275	242	897	337	513	233
8900726	botlev	36.8	5.6	10.2	21.9	88.4	48.0	19.3	302	229	732	114	474	202	281	131
8900727	botlev	41.8	5.2	9.3	18.7	75.3	40.1	17.7	243	213	666	88.4	424	186	249	116
8900733	botkark	18.4	12.2	13.1	32.0	159	71.9	45.8	504	323	1021	222	722	258	452	188
8900732	botkark	7.7	4.6	6.0	13.9	65.5	31.9	21.0	224	140	482	91.9	323	120	187	82.6
8900738	botkark	25.1	18.8	18.0	42.9	186	84.4	64.1	606	342	1109	259	801	283	483	204
8900739	botkark	21.6	17.6	16.3	40.2	172	79.2	63.0	550	315	1043	249	765	267	485	202
8900736	botkark	11.3	6.7	8.4	19.9	97.0	48.1	31.3	334	202	683	132	476	176	265	117
8900737	botkark	15.0	7.5	9.2	21.7	103	51.4	33.1	322	189	629	122	432	159	240	105
8900734	botkark	5.7	2.6	4.0	8.5	36.6	19.4	8.7	121	93.0	321	48.9	199	81.2	111	50.7
8900735	botkark	5.4	2.3	4.1	8.2	32.6	17.3	7.9	105	91.5	306	41.2	188	80.7	102	48.0

Tabel 8. Recovery PCB 29 en PCB 155 (%) per monstersoort.

Monstersoort	PCB29			PCB155		
	gemiddelde recovery	aantal waarn.	stand. afw.	gemiddelde recovery	aantal waarn.	stand. afw.
microfytobenthos	102	5	8.0	96	5	8.2
sediment 63um	111	5	2.2	107	5	1.5
eieren	90	15	1.7	99	15	2.1
zooplankton	83	4	2.9	92	4	1.8
botlever	85	10	5.0	92	10	6.9
botkarkas	96	8	2.2	107	8	5.3
kokkel	87	3	1.5	93	3	1.1

botkarkas is de recovery van PCB155 107%. Voor de overige materialen ligt de recovery tussen 92 en 99%. Zowel de gemiddelde recoveries als de standaardafwijkingen zijn acceptabel.

Tijdens de analyses is het referentie monster mosselhomogenaat 3 keer geanalyseerd op HCB en PCB's en het referentiemonster sediment 1 keer. In tabel 9 en 10 zijn de resultaten van de analyses in de referentiemonsters vermeld. Daarnaast is het gemiddelde analyse resultaat vermeld, alsmede de relatieve standaardafwijking. Bij de berekening hiervan zijn ook analyses van voorgaande series, uitgevoerd in een ander kader, vermeld. Het totaal aantal analyses waarop gemiddelde en relatieve standaardafwijking betrekking hebben is aangegeven met n. Voor HCB, de lager gechloroerde PCB's en PCB170 is de relatieve standaardafwijking voor het mosselhomogenaat tussen 10 en 25%, voor de overige verbindingen is die lager dan 10%. De hoge spreiding voor PCB31 en PCB28 zijn te wijten aan de slechte scheiding van beide componenten. De hoge spreiding voor PCB170 is te wijten aan de lage concentratie in combinatie met storing door andere verbindingen. In het sediment ligt de relatieve standaardafwijking tussen 10 en 20%, hetgeen gezien de relatief lage gehalten en de periode van 2 jaar waarin dit monster gemeten is, acceptabel is.

Tabel 9. Spreiding van de PCB-analyse in mosselhomogenaat.  
Concentraties in µg/kg van het IRM-mosselhomogenaat.

component	srl66	srl77	srl77b	gem.	n	rel std(%)
HCB	9.6	12.2	12.8	10.5	7	13
PCB31	1.4	1.5	2.2	1.5	6	24
PCB28	1.2	1.4	1.8	1.3	7	17
PCB52	2.5	2.4	2.6	2.4	7	6
PCB49	6.6	5.4	6.0	6.7	7	11
PCB44	1.6	1.6	1.7	1.6	7	3
PCB101	10.6	11.5	11.6	10.7	7	6
PCB118	8.6	9.9	9.8	8.8	7	9
PCB153	33.6	32.7	33.0	33.3	7	3
PCB105	3.0	2.5	2.8	2.9	7	8
PCB138	21.1	21.2	21.4	21.0	7	2
PCB187	14.8	12.9	12.9	13.0	7	7
PCB180	3.7	3.2	3.3	3.1	7	9
PCB170	1.8	0.9	0.9	1.4	7	25

Tabel 10. Spreiding van de PCB-analyse in sediment.  
Concentraties in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  van het IRM-waddensediment.

component	serie 169	gemidd.	aantal	rel std(%)
HCB	-	2.2	20	11
PCB31	3.0	2.4	21	16
PCB28	3.6	2.8	20	15
PCB52	1.5	1.7	21	21
PCB49	11.8	17.9	21	22
PCB44	2.4	1.4	21	23
PCB101	2.9	3.1	21	10
PCB118	3.4	3.1	21	9
PCB153	5.2	5.2	21	8
PCB105	-	1.8	20	16
PCB138	4.6	4.5	21	8
PCB187	1.9	2.2	21	15
PCB180	2.2	2.2	21	9
PCB170	1.4	1.6	21	13

De resultaten van de duplobepalingen zijn in bijlage 3 opgenomen. In het algemeen zijn er slechts kleine verschillen tussen de duplo's. Voor alle materialen m.u.v. de botkarkassen is voor alle verbindingen de standaardafwijking van de duplo's lager dan 5%. Voor de botkarkassen is deze waarde hoger, te weten ongeveer 10%. Een uitzondering vormt PCB105. Bij 2 van de 4 duplometingen in botkarkassen zijn grote verschillen in gehalte van PCB105 gevonden.

De conclusie van bovenstaande is dat de betrouwbaarheid van de HCB- en PCB-analyses groot is m.u.v. PCB105 in botkarkas.

#### 4.4 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

De concentraties van PAK's zijn alleen bepaald in microfytobenthos, zooplankton, sediment en kokkels. De resultaten van de analyses zijn vermeld in tabel 11.

Een afschatting van de betrouwbaarheid van de analyses kan gemaakt worden aan de hand van:

- recovery van benz(b)chryseen (BBC); en
- spreiding gehalten in referentie monsters.

De recovery van BBC in de diverse monsters is gegeven in bijlage 4, terwijl de per monstersoort gemiddelde recoveries in tabel 12 zijn vermeld. De recoveries zijn goed. Tijdens de analyses is 1 keer het referentie mossel homogenaat en 1 keer het referentie sediment monster geanalyseerd. De resultaten van de analyses in deze referentie monsters alsmede gemiddelden en relatieve standaardafwijkingen (inclusief eerdere metingen) zijn gegeven in tabel 13. De relatieve standaardafwijkingen liggen rond de 10% en zijn voor sediment in het algemeen hoger dan voor mosselen. De waarde voor DiBahA is voor mosselen niet bepaald en voor sediment 45%.

De conclusie is gerechtvaardigd dat de betrouwbaarheid van de PAK-analyses goed is m.u.v. dibenz(ah)antraceen.

Tabel 11. Resultaten PAK analyses opgegeven in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  droge stof.

Labnr	soort	Fen	Ant	Flu	Pyr	BaA	Chr	BeP	BbF	BkF	BaP	BghiP	DBahA	InP
8900699	microfy	57	3	18	25	3	7		4	2	3			
8900698	microfy	109	18	107	97	51	59	47	62	34	58	47		
8900697	microfy	156	7	102	117	24	52	27	43	22	31	37		
8900700	microfy	112	4	43	82	35	23		10	6	7			
8900701	microfy	61	2	28	34	3	7		3	3	3			
8900704	sed63	619	157	753	658	387	424	410	602	288	488	395	95	474
8900703	sed63	606	150	767	652	401	434	403	604	290	494	394	85	459
8900702	sed63	318	62	333	258	158	189	176	275	127	198	177	36	213
8900705	sed63	306	52	298	243	141	164	166	249	119	181	165	34	210
8900720	zoopl	64	7	104	140	41	52	77	69	33	48	53	10	50
8900721	zoopl	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8900722	zoopl	51	1	81	81	13	24	10	9	5	5	5		
8900741	kokkel	171	34	135	231	65	91	83	69	36	61	57	16	57
8900740	kokkel	44	9	70	69	33	42	48	44	23	36	30	5	28
8900742	kokkel	21	3	46	55	29	36	43	38	19	27	24	4	18

\* = Te weinig monstermateriaal voor analyse.

Tabel 12. Gemiddelde recovery van benz(b)chryseen (BBC) in %.

monstersoort	gem. recov %	aantal	stand.afw.
microfytobenthos	94	5	6
zooplankton	98	2	7
kokkel	102	3	3

Tabel 13. Spreiding PAK-analyse in referentiemonsters mosselhomogenaat en sediment (concentraties in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  droge stof).

compo- nent	MOSSELHOMOGENAAT				compo- nent	SEDIMENT			
	serie 167	gemid.	aantal	rel std(%)		serie 171	gemid.	aantal	rel std(%)
Fen	28.7	31.1	5	5	Fen	144	151	19	7
Ant	2.2	1.9	5	9	Ant	34	38	19	9
Flu	68.2	72.9	6	4	Flu	242	265	19	9
Pyr	66.8	68.5	6	4	Pyr	169	182	19	11
BaA	19.9	26.3	6	19	BaA	105	111	19	10
Chr	31.2	32.2	6	6	Chr	134	136	19	11
BeP	37.7	41.4	6	12	BeP	118	132	18	13
BbF	29.6	35.5	6	12	BbF	190	197	19	11
BkF	14.1	15.6	5	11	BkF	91	92	19	8
BaP	10.1	9.7	6	9	BaP	99	110	19	13
BghiPe	18.6	18.6	6	4	BghiPe	131	140	19	13
DiBahA	-	-	-	-	DBahA	23	16	16	45
InP	15.5	15.3	6	14	InP	170	167	18	14

## 5 BESPREKING RESULTATEN

In dit hoofdstuk wordt geen uitvoerige bespreking en interpretatie van de analyseresultaten gegeven. De bespreking beperkt zich tot het aangeven van de verschillen in concentraties die in het sediment en de biologische monsters op de diverse lokaties zijn gevonden. Daartoe zijn 4 figuren geconstrueerd, figuur 2 t/m 5. In deze figuren is het verloop van de concentraties van Cd, Cu, Zn, Hg, PCB28, PCB153, fluorantheen, chryseen, benz(b)fluorantheen en benz(a)pyreen weergegeven met de afstand in het Westerschelde estuarium. Als maat voor de afstand is de lokatiecode gebruikt (zie tabel 1 en figuur 1). Code 100 komt overeen met het oostelijk deel nabij de grens met België, code 200 met het westelijk deel t.h.v. Breskens. Omdat de vogeleieren slechts van 1 lokatie afkomstig zijn, zijn de gehalten hierin buiten beschouwing gelaten. De botten zijn op twee tijdstippen in juni en september 1989 gevangen. Alleen de concentraties gevonden in de botten van september zijn ingetekend.

### Metalen

De concentraties van metalen in microfytobenthos vertonen geen eenduidig verloop met de afstand. Tussen twee nabij gelegen lokaties bestaan soms grote verschillen. De gehalten in het sediment nemen sterk af tussen lokatie 102 en 143 (Bath en Hansweert). Een geringere afname tussen deze punten is gevonden voor het zooplankton m.u.v. het zinkgehalte, dat enigszins toeneemt. Tussen Hansweert en Breskens blijft het gehalte in zooplankton gelijk (Zn, Hg) of stijgt licht. In kokkels nemen de gehalten tussen Hansweert en Breskens duidelijk af, m.u.v. Hg, welk gehalte op een gelijk niveau blijft. De concentraties van Cu, Zn en Hg in botlever en botkarkas vertonen weinig variatie in de Westerschelde. Het gehalte van Cd in de botten neemt licht af in westelijke richting.

### PCB's

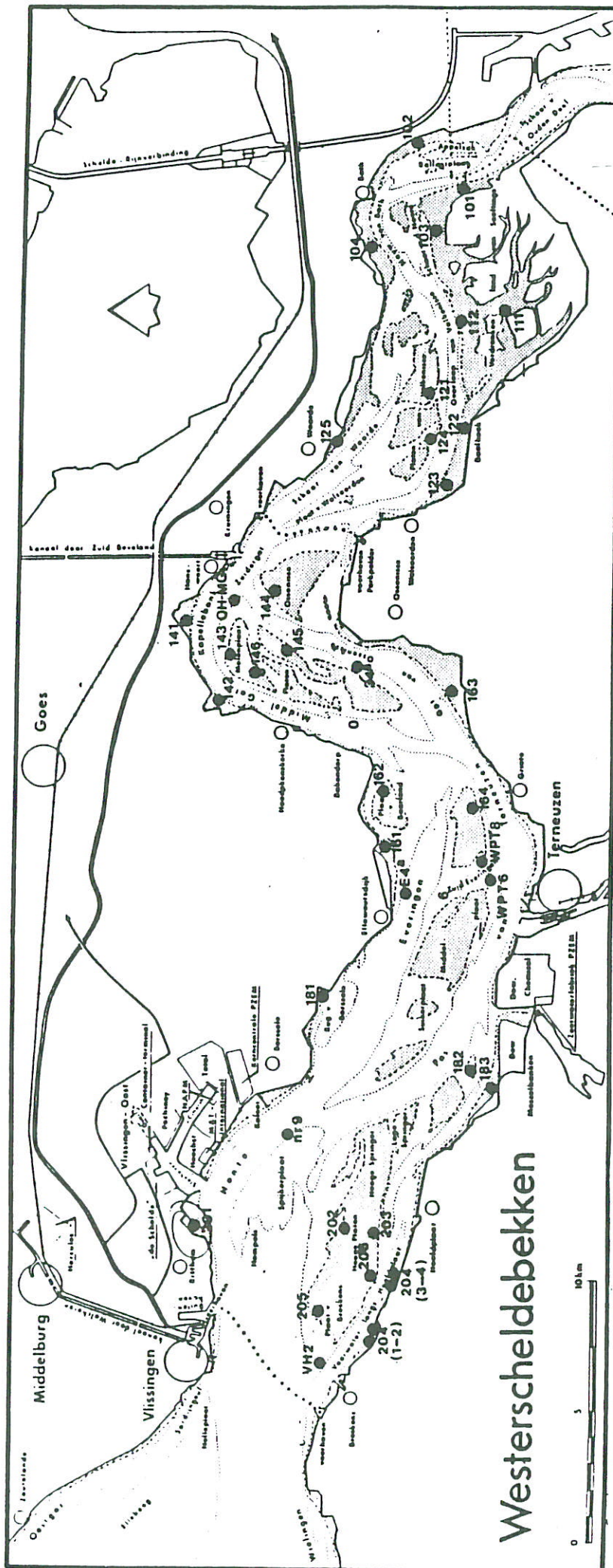
Het verloop van de gehalten van PCB's in microfytobenthos, sediment en zooplankton stroomafwaarts tussen Bath en Breskens is globaal hetzelfde als dat voor cadmium. In de kokkels is de daling in gehalte tussen Hansweert en iets voorbij Terneuzen evident, maar meer westelijk niet. In de botten dalen de concentraties van PCB's in westelijke richting sterk.

### PAK's

Ook t.a.v. de PAK's zijn soms grote verschillen in concentraties in microfytobenthos tussen twee nabijgelegen lokaties gevonden. Het verloop met de afstand van de PAK-concentraties in sediment, zooplankton en kokkel is duidelijker, namelijk een continue afname tussen oost en west. In zooplankton is de afname in westelijke richting in concentratie van de PAK's met een relatief laag molecuulgewicht, zoals fluorantheen, geringer dan voor die met een hoog molecuulgewicht.

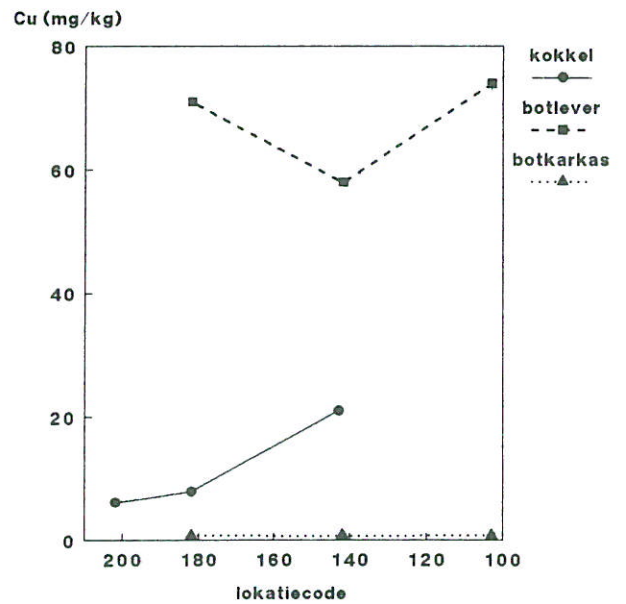
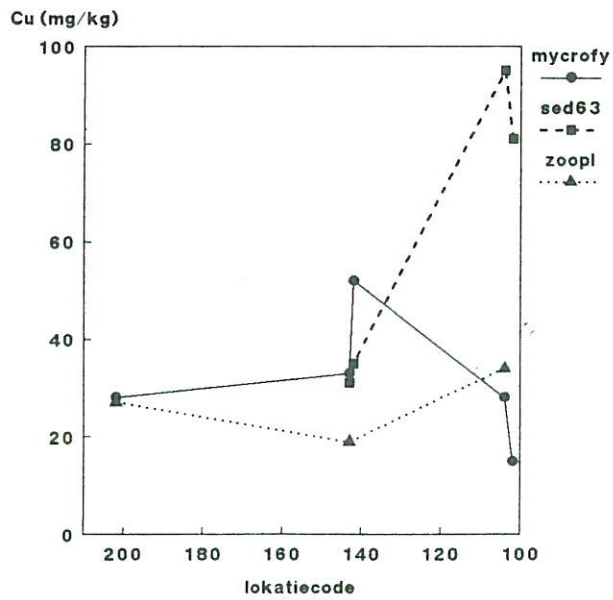
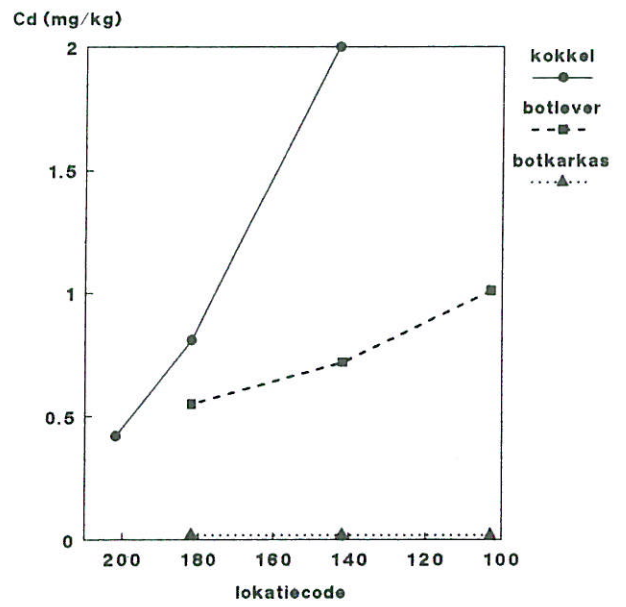
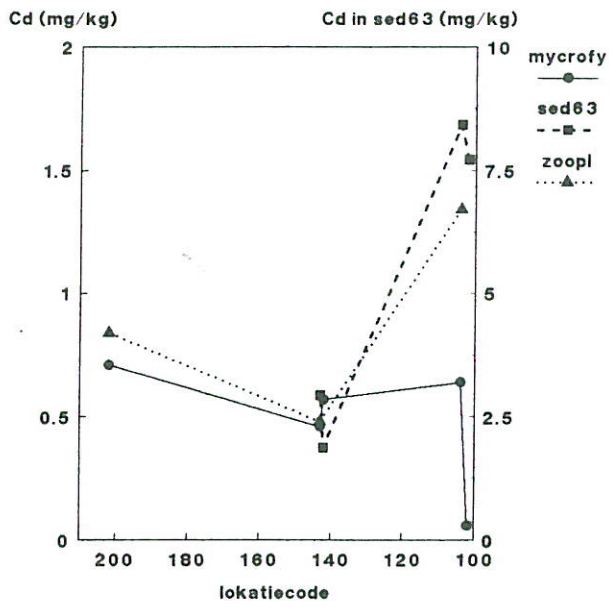


WESTERSCHELDE BEMONSTERINGSPUNTEN



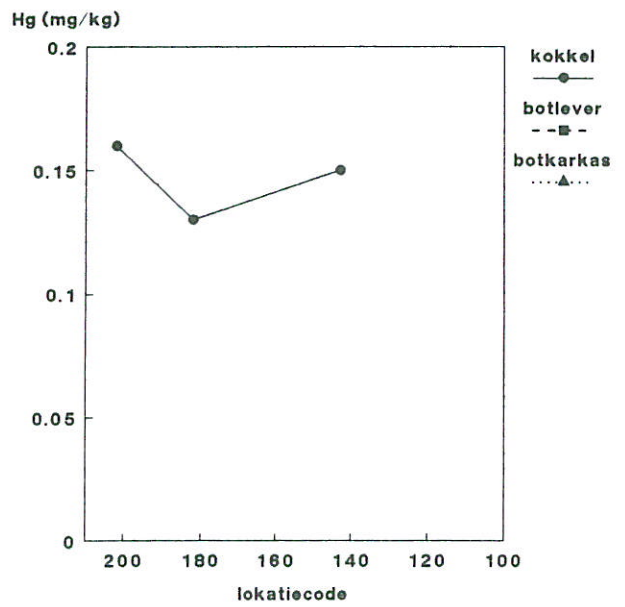
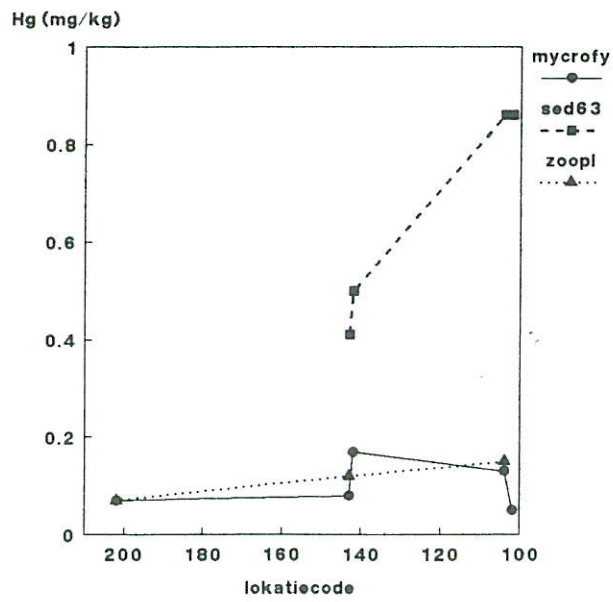
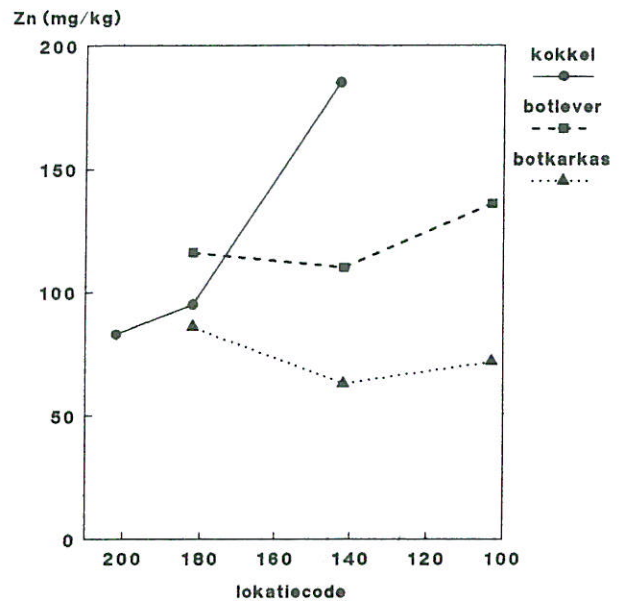
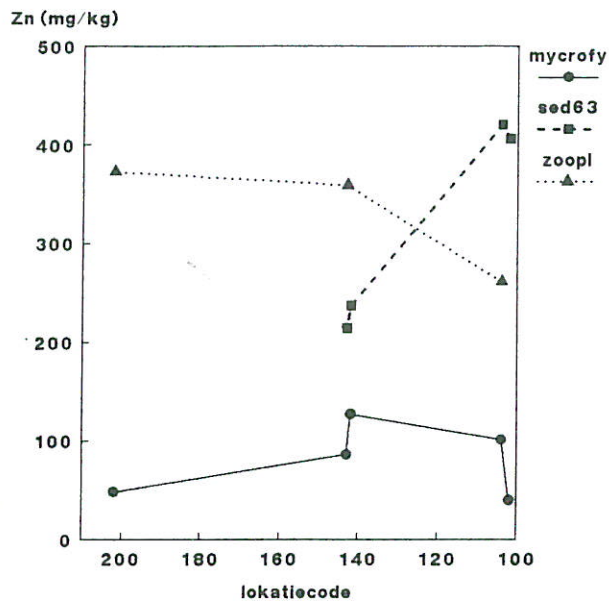
Westerscheldebekken

Figuur 1



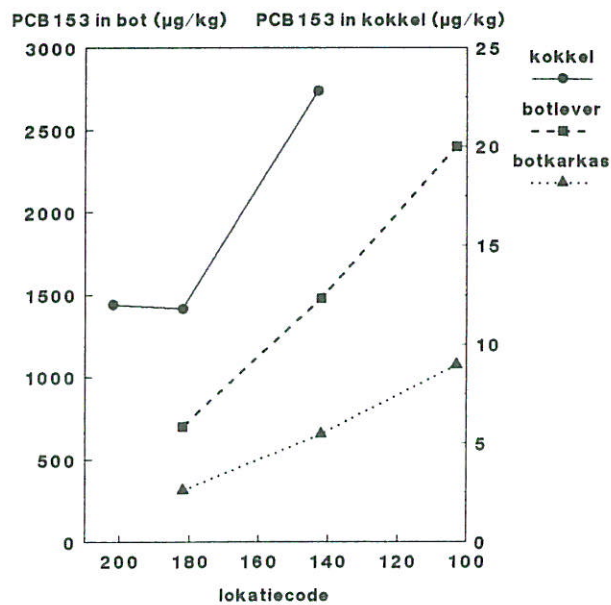
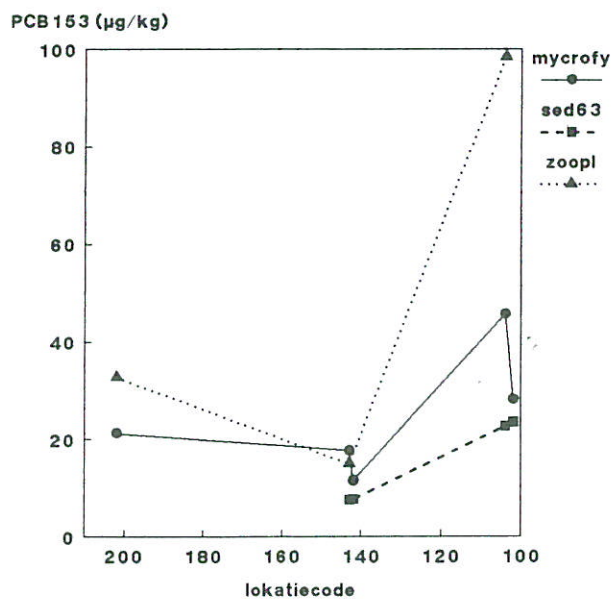
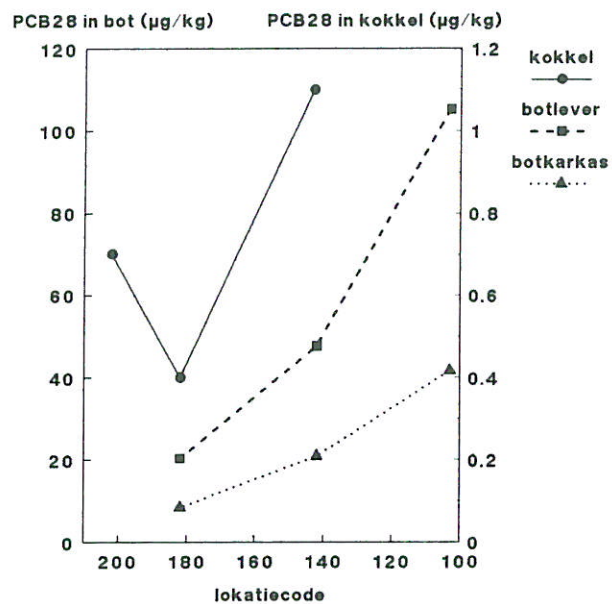
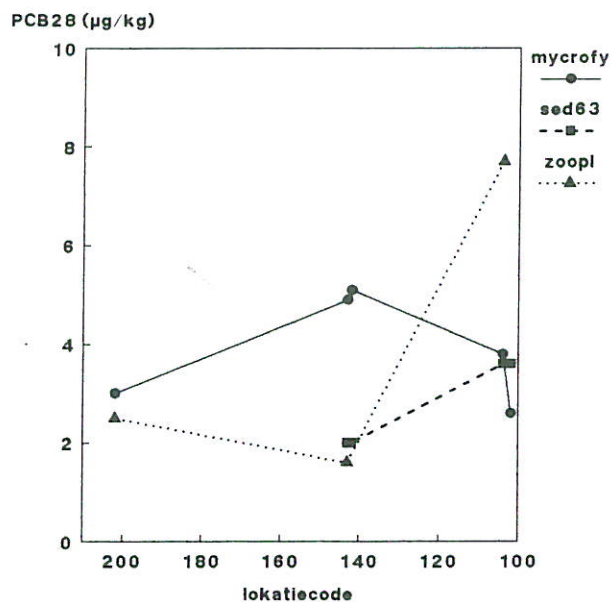
Verloop Cd en Cu in sediment en biologisch materiaal in de Westerschelde

Figuur 2



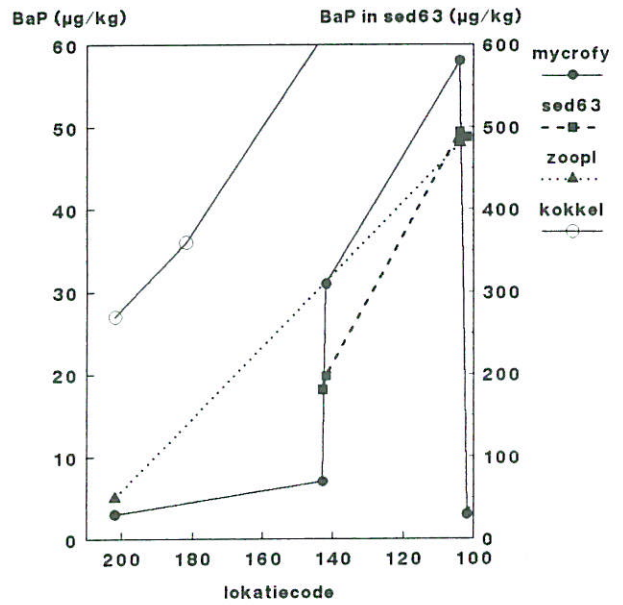
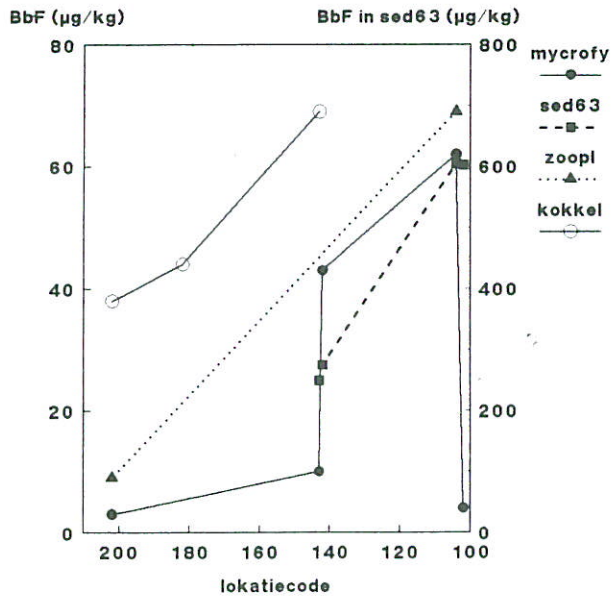
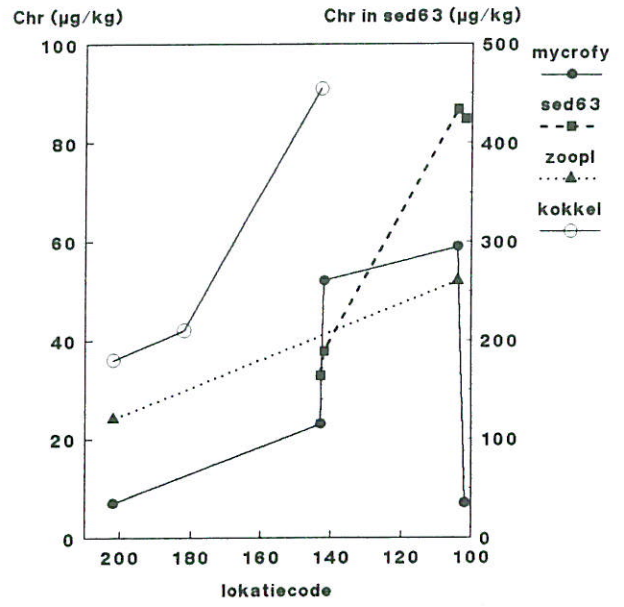
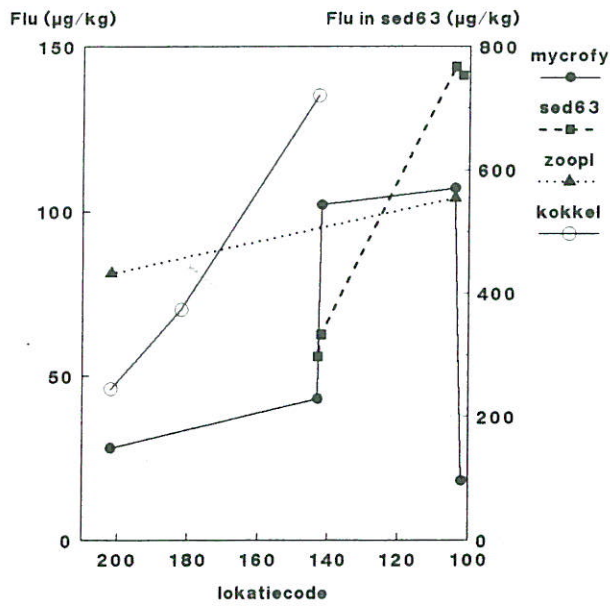
Verloop Zn en Hg in sediment en biologisch materiaal in de Westerschelde

Figuur 3



Verloop PCB28 en PCB153 in sediment en biologisch materiaal in de Westerschelde

Figuur 4



Verloop van een 4-tal PAK-verbindingen in sediment en biologisch materiaal in de Westerschelde

Figuur 5

BIJLAGE 1 RESULTATEN DUPLOBEPALINGEN METALEN

monster- soort	labnr.	Cd	Cr	Cu	Zn	Ca	Hg
<----- mg/kg ----->							
microfy	8900698	0.65	18	29	104		0.11
	8900698	0.63	15	27	98		0.14
sed63	8900703	9.27	137	93	419		0.90
	8900703	7.57	146	98	421		0.83
sed63	8900704	8.43	145	79	411		0.88
	8900704	7.02	130	84	401		0.85
zooplank	8900720	1.29		34	265		0.15
	8900720	1.39		33	258		0.16
botlever	8900725	0.87		66	127	212	
	8900725	0.93		66	126	187	
botlever	8900728	0.80		59	112	76	
	8900728	0.82		63	111	106	
botkarkas	8900732	<0.02		1.3	87	15700	
	8900732	<0.02		1.7	88	16700	
botkarkas	8900733	<0.02		1.3	90	16100	
	8900733	<0.02		1.4	91	16300	
botkarkas	8900734	<0.02		0.7	89	17000	
	8900734	<0.02		0.7	86	16500	
botkarkas	8900735	<0.02		0.7	83	16700	
	8900735	<0.02		0.8	85	15700	
botkarkas	8900736	<0.02		0.6	67	14200	
	8900736	<0.02		0.7	65	13300	
botkarkas	8900737	<0.02		0.7	57	13000	
	8900737	<0.02		0.8	59	13500	
botkarkas	8900738	<0.02		0.6	74	15600	
	8900738	<0.02		0.8	75	15400	
botkarkas	8900739	0.02		0.7	69	15100	
	8900739	0.02		0.8	70	14600	
kokkel	8900742	0.41	5.8	6.2	83		0.16
	8900742	0.42	6.2	5.9	83		0.15

BIJLAGE 2 RECOVERY PCB's AAN DE HAND VAN PCB29 EN PCB155  
(recoveries in %)

Labnr	Serie	Soort	PCB29	PCB155	Labnr	Serie	Soort	PCB29	PCB155
			%	%				%	%
	166	blanco	79.4	93.8	890720	166	zooplank	81.2	92.7
	169	blanco	103.4	103.2	890721	166	zooplank	79.9	89.0
	182	blanco	83.2	94.9	890722	166	zooplank	87.6	94.0
	166	blanco	85.0	93.2	890722	166	zooplank	82.9	92.1
	169	ref.mossel	110.8	105.3	890723	166	botlever	90.1	97.8
	166	ref.mossel	83.9	93.3	890724	166	botlever	82.0	86.0
890697	169	microfyt	94.9	88.4	890725	166	botlever	75.5	79.5
890698	169	microfyt	110.3	103.9	890726	166	botlever	90.8	97.4
890699	169	microfyt	89.8	84.9	890727	166	botlever	92.1	101.8
890700	169	microfyt	108.2	100.4	890728	166	botlever	87.6	97.0
890701	169	microfyt	105.3	104.7	890728	166	botlever	85.9	93.7
890702	169	sed63	109.8	104.7	890729	166	botlever	85.5	88.2
890702	169	sed63	107.6	105.6	890730	166	botlever	79.8	84.8
890703	169	sed63	113.8	108.8	890731	166	botlever	82.3	97.3
890704	169	sed63	111.8	108.0	890732	182	botkark	96.1	101.9
890705	169	sed63	112.9	107.2	890733	182	botkark	93.9	110.7
890706	166	ei dwergst	90.4	100.7	890734	182	botkark	100.8	100.9
890707	166	ei dwergst	87.8	98.1	890735	182	botkark	95.8	101.3
890708	166	ei grote st	88.0	101.1	890736	182	botkark	95.6	106.9
890709	166	ei grote st	87.5	103.1	890737	182	botkark	97.0	115.4
890710	166	ei grote st	87.4	99.4	890738	182	botkark	94.9	113.3
890711	166	ei grote st	89.2	96.2	890739	182	botkark	93.2	104.0
890712	166	ei scholeks	91.6	95.1	890740	166	kokkel	86.0	93.2
890712	166	ei scholeks	88.7	97.8	890741	166	kokkel	86.4	91.6
890713	166	ei scholeks	91.1	98.0	890742	166	kokkel	89.4	94.3
890714	166	ei scholeks	91.7	98.0					
890715	166	ei scholeks	92.9	100.7					
890716	166	ei scholeks	90.7	101.9					
890717	166	ei scholeks	89.8	98.4			avg	92.2	98.4
890718	166	ei scholeks	89.1	98.4			std	9.4	7.2
890719	166	ei scholeks	87.9	97.1			n	56	56

BIJLAGE 3 RESULTATEN DUPLOBEPALINGEN HCB EN PCB'S  
(gehalten in µg/kg droge stof)

Labnr	Serie	HCB	PCB 18	PCB 31	PCB 28	PCB 52	PCB 49	PCB 44	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 105	PCB 138	PCB 187	PCB 180	PCB 170
<b>sediment &lt;63 µm</b>																
8900702	169	9.4	1.2	1.6	2.0	2.0	2.5	1.2	4.7	3.8	7.8	2.3	6.5	2.8	4.3	2.5
8900702	169	9.5	1.4	1.7	2.1	2.1	2.6	1.2	4.8	3.9	7.7	2.4	6.7	2.8	4.4	2.5
<b>eieren dwergstern</b>																
8900712	166	35.0	0.9	3.3	6.2	13.6	10.8	3.1	71.6	412	1576	156	921	436	593	277
8900712	166	36.2	0.4	3.0	16.0	13.4	10.6	2.7	73.2	414	1329	162	926	436	581	272
<b>eieren grote stern</b>																
8900714	177	34.5	0.0	0.0	37.1	20.0	20.4	5.5	137	910	3223	222	1809	715	921	426
8900714	177	33.5	0.0	0.0	37.2	19.5	20.1	6.1	135	895	3157	225	1791	702	906	423
<b>zooplankton</b>																
8900722	166	1.2	1.5	1.8	2.5	8.4	10.0	4.4	21.9	10.8	32.9	6.9	21.7	6.4	7.4	3.7
8900722	166	1.3	1.6	1.8	2.6	8.7	10.4	4.5	21.8	10.7	32.6	6.6	21.5	8.4	7.5	3.3
<b>botlever</b>																
8900728	166	54.1	17.7	20.7	50.8	230	117	78.0	626	418	1243	314	923	355	560	268
8900728	166	56.2	17.9	21.8	52.9	244	122	81.5	668	436	1290	354	957	379	590	283
8900728	177	64.7	22.4	20.6	53.7	294	143	94.3	867	542	1690	326	1208	448	693	307
8900728	177	63.7	22.2	24.7	60.0	287	140	93.1	853	541	1674	316	1195	441	680	308
8900730	177	105	68.0	62.2	135	592	253	196	1382	822	2374	549	1800	635	1185	501
8900730	177	107	66.9	62.8	137	580	253	193	1351	817	2353	547	1787	630	1179	499
<b>botkarkas</b>																
8900732	182	7.2	4.5	5.7	13.2	61.3	29.8	19.5	182	128	382	73.4	292	108	179	78.1
8900732	182	8.3	4.8	6.2	14.5	69.7	34.0	22.5	204	148	434	45.7	332	123	207	91.8
8900738	182	27.3	20.1	19.2	46.0	199	90.8	69.0	487	331	874	110	708	250	476	215
8900738	182	23.0	17.4	16.7	39.8	173	78.0	59.2	418	285	764	95.9	617	216	413	187
8900732	182	8.0	3.9	6.6	14.7	65.4	31.9	20.6	212	132	458	43.5	308	114	179	78.8
8900732	182	8.4	4.2	7.0	13.9	71.7	34.5	23.6	236	147	506	105	338	127	196	86.3
8900738	182	20.7	18.3	16.6	37.6	199	82.5	61.6	510	289	921	91.8	670	237	410	171
8900738	182	25.0	22.0	20.1	44.4	239	98.3	74.3	606	342	1109	109	801	283	483	204



BIJLAGE 4 RECOVERY BBC IN DE MONSTERS WAARIN PAK'S ZIJN BEPAALD  
(recovery in %)

labnr.	monstersoort	recovery BBC %
8900697	microfytobenthos	93
8900698	microfytobenthos	105
8900699	microfytobenthos	90
8900700	microfytobenthos	92
8900701	microfytobenthos	88
8900720	zooplankton	105
8900722	zooplankton	91
8900740	kokkel	106
8900741	kokkel	99
8900742	kokkel	101

OPM: Bij de sedimentanalyses werd de BBC piek verstoord  
door een onderliggende component.



waterloepkundig laboratorium | WL

**hoofdkantoor**  
Rotterdamseweg 185  
postbus 177  
2600 MH Delft  
telefoon (015) 56 93 53  
telefax (015) 61 96 74  
telex 38176 hydnl

**locatie 'De Voorst'**  
Voorsterweg 28, Marknesse  
postbus 152  
8300 AD Emmeloord  
telefoon (05274) 29 22  
telefax (05274) 35 73  
telex 42290 hylvo-nl

