



Aan

Rijkswaterstaat Directie Zeeland

Van
WSD (E. Stikvoort)

Datum
8 januari 1993

Onderwerp
Verspreiding en relaties
van (a)biotische parameters
op Het Verdrongen Land van
Saeftinge

Doorkiesnummer
01180-72297

Bijlage(n)
35

Document nr.
GWWS-93.802x

1. Inleiding

De afdeling AXW van Directie Zeeland heeft aan de afdeling WSD van de Dienst Getijdewateren gevraagd aspecten ten aanzien van de kwaliteit van de toplaag van het sediment van Het Verdrongen Land van Saeftinge (verder steeds Saeftinge te noemen) te onderzoeken. Bij DGW zijn de werkzaamheden ondergebracht in het project SLURP. Doel van het onderzoek is om, uitgaande van een door de directie geleverde dataset, resulterend uit een monsternamen in juni 1991, de ruimtelijke verspreiding van de bepaalde fysische, chemische en biologische parameters in beeld te brengen en alle parameters onderling met elkaar te correleren.

Aanleiding tot de vraag is, dat Saeftinge op een lijst van te saneren gebieden staat. Op grond van gemeten concentraties van contaminanten worden de sedimenten van de toplaag van de bodem namelijk geklasseerd in klasse 2 en 3, volgens de normering van de 3e Nota waterhuishouding. Op grond van deze klassering is sanering in principe noodzakelijk.

Omdat Saeftinge een beschermd gebied met zeer hoge natuurwaarden is, lijkt saneren in de vorm van afgraven onmogelijk. Er is aanvullend inzicht over de toxiciteit en verspreiding van de in de bodem aanwezige verontreinigingen nodig. Dit werkdocument zal de gedachtenvorming tot een verstandig beheer en beleid inzake een eventuele sanering van dit gebied mede ondersteunen.

In dit werkdocument wordt in hoofdstuk 2 Materiaal en methoden beschreven met welke gegevens het onderzoek is uitgevoerd en op welke manier. In hoofdstuk 3 Resultaten worden de bewerkte gegevens gepresenteerd en de bevindingen besproken. Een nadere analyse van de onder-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

zoeksresultaten is in hoofdstuk 4 Discussie uitgewerkt en worden conclusies getrokken die uitmonden in aanbevelingen die in hoofdstuk 5 worden gedaan.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

2. Materiaal en methoden

2.1. Gegevensbron

Van 10 t/m 14 juni 1991 werden er op Saeftinge op 33 lokaties (zie bijlage 1) door de Meetdienst van Directie Zeeland monsters van de bovenste 10 cm van de bodem genomen. De methodiek is beschreven in Notitie ZLMD-91.N.054. Bij de monsternamen werd onderscheid gemaakt tussen 4 habitats, nl. kommen, oeverwallen, slikken en kreken (resp. n=15, 14, 2 en 2). Van de verzamelde monsters werden zowel biotische als fysische en chemische parameters bepaald. In dit werkdocument zal niet in worden gegaan op de keuze en verantwoording van de gebruikte parameters en hoe deze verzameld en bepaald zijn. De gegevens zijn onder verantwoording van Directie Zeeland verzameld, waarna de gegevens voor bewerking aan de Dienst Getijdewateren werden verstrekt.

2.1.1. Biotische parameters:

Door de Landbouwuniversiteit te Wageningen werd de Nematodenfaunasamenstelling (draadwormen of aaltjes) bepaald. Een uitgebreide beschrijving van de daarvoor gehanteerde technieken alsmede een overzicht en uitleg over de relevantie van daarbij bepaalde (afgeleide) variabelen en resultaten worden gegeven door Claassen (1991) en Bongers & Claassen (1991). Vermeld dient te worden dat t.a.v. de "Nematoda-data" de door Claassen aan onze dienst verstrekte gegevens zijn gebruikt (zoals vermeld in Claassen, 1991); in detail zijn er enkele (kleine) afwijkingen met de data zoals vermeld in Bongers & Claassen (1991).

Op het sediment van 13 stations werden zgn. oesterlarventests, tests ter bepaling van de biologische sedimentkwaliteit, uitgevoerd. Van den Hurk (1992) geeft er de beschrijving en de resultaten van.

De beschikbare biotische variabelen zijn: (de in dit rapport gebruikte afkortingen staan tussen haakjes)

* Nematoda:

- Soortensamenstelling tot op Genus-niveau
- Dichtheid per m² (N/m²)

en hiervan afgeleide parameters:

- Maturity-index (MI), een per lokatie gemiddelde maat voor de op grond van de literatuur bekende gevoeligheid van de Nematodentaxa voor stress. Een lage MI wijst op opportunistische, relatief stress-ongevoelige, taxa, een hoge op stress-gevoelige taxa. Hiertoe zijn aan de taxa zgn. c-p klassen (colonizer-persister) toegekend. Overigens is de toewijzing van de c-p klassen voor sommige soorten nog



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

discutabel en is met name in het brakke gebied minder over deze indeling bekend (Bongers & Claassen 1991; Claassen 1991).

- Fractie c-p klasse 1 (%1), opportunisten, kenmerkend voor voedselrijke omstandigheden
- Fractie c-p klasse 2 (%2), algemene opportunisten
- Fractie c-p klasse 3 (%3)
- Fractie c-p klasse 4 (%4), persistenten (althans de meest persistente soorten in deze studie; c-p klasse 5 bestaat uit de meest gevoelige persistenten, overigens niet aangetroffen op Saeftinge).
- Diversiteit vlgs. de Shannon-Weaver index (div), een maat voor diversiteit die afhankelijk is van het aantal soorten en de frequenties van die soorten.
- Diversiteit (tax), een maat voor diversiteit die gelijk is aan het aantal soorten dat in het monster aangetroffen is.
- Evenness (even), een index voor de verdeling van aantallen over de taxa. Een evenness = 1 geeft aan dat er van iedere taxa evenveel exemplaren zijn aangetroffen. Een lage evenness (minimum = 0) geeft aan dat de aantallen zeer verschillend over de taxa verdeeld zijn.
- Fractie voedingstype 1A (%1A), selective deposit feeders (bacterie-eters)
- Fractie voedingstype 1B (%1B), non-selective deposit feeders (bacterie-, diatomee- en protozoa-eters)
- Fractie voedingstype 2A (%2A), epigrowth-feeders (grazers, eten bacteriën en diatomeeën)
- Fractie voedingstype 2B (%2B), omnivoren en predatoren (eten o.a. nematoden en algen)
- Ratio %1B voedingstype/%2A voedingstype (%1B/%2A), een maat waarvan verondersteld wordt dat die positief gecorreleerd is met de mate van vervuiling en/of slibgehalte.

* Oesterlarventest:

- Percent Netto Respons (PNR), een hoge PNR geeft een hoog negatief effect (dode en misvormde oesterlarven) aan. Deze parameter is bepaald op 13 van de 33 lokaties.

2.1.2. Abiotische parameters:

Door het milieulaboratorium Alcontrol zijn van elk monsterpunt in totaal 67 fysische en chemische parameters bepaald. Door de Meetdienst van de Directie Zeeland zijn de hoogtes t.o.v. NAP bepaald.

De beschikbare milieuvariabelen zijn:

* Morfologische variabele:

- hoogte tov NAP, bepaald op 19 van de 33 lokaties



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

* Fysische variabelen:

- Fractie < 2 μm
- Fractie < 16 μm
- Fractie < 63 μm (<63 μm)
- Fractie gloeirest
- Fractie droge stof

Chemische variabelen:

- Fractie Calciet
- Fractie organische stof
- Fractie totaal organische koolstof (%TOC)
- Zuurgraad (pH)
- Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)
- Stikstof vlgs. Kjeldahl (Nkj)
- Fosfaat
- Arseen
- Cadmium
- Chroom
- Koper
- Kwik
- Lood
- Nikkel
- Zink
- IJzer
- Olie
- Extraheerbaar Organisch Chloor (EOCl)
- Alpha-hexachloorcyclohexaan (HCH-a)
- Hexachloorbenzeen (HCB)
- Beta-hexachloorcyclohexaan (HCH-b)
- Lindaan, gamma-hexachloorcyclohexaan (HCH-c)
- Heptachloor
- Aldrin
- Dieldrin
- Endrin
- Telodrin
- Isodrin
- Hept-epoxide
- DDD
- DDE
- DDT
- Alpha-endosulfan
- Hexachloorbutadien (HCButa)
- Pentachloorbenzeen
- som Koolwaterstoffen (excl. PAK's en PCB's) (Σ KW)
- PCB-28
- PCB-52
- PCB-101
- PCB-138
- PCB-153
- PCB-180
- PCB som6
- PCB-118
- Naftaleen
- Acenaftyleen
- Acenaftheen
- Fluoreen
- Fenantreen
- Anthraceen
- Fluorantheen (Fl)
- Pyreen
- Benz(a)anthraceen
- Chryseen
- Benzo(b)fluorantheen (BbF)
- Benzo(k)fluorantheen (BkF)
- Benz(a)pyreen (BaP)
- Dibenz(a-h)anthraceen (Dibenz)
- Benzo(ghi)peryleen (BghiP)
- Indeno(1,2,3-cd)pyreen (IP)
- PAK's vlgs. Borneff
- PAK's totaal

Van de contaminanten werden twee datasets gebruikt. Eén set bestaat uit de absolute gehalten van deze stoffen in de droge stof van de bodemonsters (data geleverd door RWS Dir. Zeeland (E. Daemen)) en de andere uit dezelfde gehalten die gecorrigeerd zijn naar standaardbodem (data ontleend aan Claassen (1991)). De correctie naar standaardbodem geschiedde op grond van het lutum- en organische stofgehalte (de laatste afgeleid van het TOC-gehalte) conform de hiervoor geldende standaardisatie (DBW/RIZA, 1988) en is nodig om de kwaliteit te toetsen aan de normeringen zoals vermeld in de 3e Nota waterhuishouding en die



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

tot 1 januari 1993 van toepassing was op baggerspecie in de Westerschelde.

2.2. Correctie van chemische parameters t.b.v. schatting biologische beschikbaarheid

Het meten van het gehalte van een verontreiniging in de bodem hoeft op zich niets te zeggen over het gehalte dat biologisch beschikbaar is en dat effecten op organismen kan hebben. De vertaling van gemeten gehalten naar biologisch beschikbare gehalten is een lastige slag. Algemeen wordt het in de waterfase opgeloste deel als biologisch beschikbaar beschouwd. De zware metalen en arseen worden sterk geadsorbeerd aan lutumdeeltjes en organische stof. De organische microverontreinigingen worden voornamelijk sterk aan organische stof gebonden. Het gemeten gehalte van een parameter hangt dus voor een belangrijk deel af van de hoeveelheid lutum en/of organische stof in de bodem. Zaken als pH, redoxpotentiaal, zoutgehalte en het complexerend vermogen van de opgeloste organische stoffen spelen ook een rol bij de verdeling particulier/opgelost.

De beschikbare hoeveelheid van een bepaalde micro-verontreiniging in de waterbodem wordt niet alleen bepaald door het absolute gehalte van die stof, maar bovendien door de hoeveelheid lutum en/of organische stof. Om bodems met verschillende samenstelling met elkaar te kunnen vergelijken is er een correctie-methode ontwikkeld waarbij de geteste bodem naar een standaardbodem wordt vertaald. Deze correctie maakt het dus mogelijk om verschillen in verontreinigingsgraad tussen bodems te beoordelen. Deze aldus berekende verontreinigingsgraad wordt in dit werkdocument als schatter voor de biologische beschikbaarheid gebruikt. De correctiemethode wordt beschreven in de Nota DBW/RIZA 88.034 (1988). Voor zandige en venige bodems kan de standaardisatie misgaan; waarschijnlijk is het beter om naar de concentratie in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ te kijken (Duijts, in voorbereiding). Omdat op dit moment een sluitende standaardisatie niet beschikbaar is, wordt in dit document zowel van de absolute als de gecorrigeerde gehalten gebruik gemaakt om met de biologische verschijnselen te correleren.

2.3. Gebruikte statistische technieken

In dit rapport is sprake van verschillende statistische toetsen. Deze toetsen testen (op de Lilliefors-toets na) op lineaire verbanden. Deze zijn gebruikt om clusters binnen de chemische en fysische parameters te onderscheiden en om alle variabelen met elkaar te correleren. Wanneer er geen verband wordt aangetoond, zal dat niet betekenen dat er geheel geen verband is. Wellicht dat er een niet-lineair verband is. (Uit bijlage 35 blijkt dat voor vele relaties tussen chemische parameters een lineair verband een redelijke benadering lijkt.) Het voert binnen de mogelijkheden van dit onderzoek echter te ver om voor elke onderzochte relatie het beste verband te zoeken en vervolgens te toetsen.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

In het kort zal aangegeven worden wanneer en waarom bepaalde toetsen zijn gebruikt.

Lilliefors-toets: deze toets wordt gebruikt om na te gaan of de gemeten waarden van de te gebruiken variabelen een normale verdeling volgen. Het al of niet normaal verdeeld zijn van die waarden heeft gevolgen voor de keuze van een toets waarmee correlaties worden onderzocht.

Principale componenten analyse: een zgn. multivariate techniek waarmee clusters van variabelen onderscheiden kunnen worden met behulp van ordinatie (rangschikking van variabelen in een denkbeeldige ruimte, waarbij variabelen die sterk met elkaar gecorreleerd zijn vlak bij elkaar liggen). Voorwaarde is wel dat de gegevens normaal verdeeld zijn.

Pearson correlatietoets: dit is de meest krachtige toets voor het bepalen van de correlatie tussen twee variabelen. Voorwaarde is dat de gemeten waarden van de variabelen een normale verdeling volgen.

Spearman's rangcorrelatietoets: deze toets wordt gebruikt wanneer een Pearson correlatietoets niet toegepast mag worden, omdat de gemeten waarden van een variabele geen normale verdeling volgen. Voorwaarde voor deze toets is echter dat de meetschaal van de variabelen ratio of interval (beide $\approx$ kwantitatief) moet zijn.

Kendall's Tau-toets: deze correlatietoets wordt gebruikt wanneer de gemeten waarden van een variabele niet normaal verdeeld zijn en de meetschaal van die variabele slechts nominaal of ordinaal (beide $\approx$ kwalitatief) is.

De resultaten van de toetsen zullen aan de hand van zgn. betrouwbaarheidsnivo's worden gegeven. Deze staan voor de grootte van de kans dat de gevonden correlaties door toeval hebben kunnen optreden. Een betrouwbaarheidsnivo van > 0.1 wordt geïnterpreteerd als een niet-significante correlatie. Hoe kleiner het betrouwbaarheidsnivo, hoe sterker (significanter) de gevonden relatie.

Bij de resulterende matrices van correlaties tussen de vertegenwoordigende abiotische variabelen onderling en met de biotische variabelen moet wel rekening gehouden worden met het feit dat de conclusies van de toetsen niet zonder meer geldig zijn voor de andere parameters uit de variabelen-clusters. Er blijft natuurlijk sprake van ruis rond de met de correlatie-toetsen gevonden relaties van de vertegenwoordigende parameter met de andere variabelen in het cluster. Het is dus zeer wel mogelijk dat een vertegenwoordigde parameter een (veel) minder sterke correlatie (of zelfs geen correlatie) toont dan de vertegenwoordigende parameter. Verwacht wordt wel dat in grote lijnen de conclusies coherent zullen zijn.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

2.4. Reductie abiotische variabelen

Vanwege het grote aantal bepaalde omgevingsvariabelen is het zinvol om groepen van parameters te onderscheiden die sterk met elkaar gecorreleerd zijn. Van elke groep kan dan een vertegenwoordiger gekozen worden, waarmee de verdere analyses uitgevoerd zullen worden. De trends in de ruimtelijke spreiding van de gemeten waarden worden binnen die clusters verondersteld gelijk te zijn. De hoeveelheid te presenteren relaties wordt derhalve aanmerkelijk beperkt en dat voorkomt onwerkbaar grote correlatie-matrices.

Allereerst zijn de chemische en fysische parameters onderling getoetst op correlaties. Hiertoe werd een Spearman's rangcorrelatietoets gebruikt. Deze is gekozen omdat de waarnemingen vaak niet normaal verdeeld waren (getoetst met de Lilliefors-toets). Omdat een correlatiematrix van 67 tegen 67 variabelen onwerkzaam groot is, werden er per "logische" groep van variabelen (bijv. de fysische parameters, de metalen, de PCB's etc.) correlatiematrices opgesteld waarbinnen "clusters" van variabelen onderscheiden konden worden. Variabelen die ten opzichte van variabelen buiten het cluster steeds hetzelfde teken gaven (pos. corr., neg. corr. of geen corr.) en onderling sterk positief ($\alpha < 0,01$) gecorreleerd waren, werden in een cluster samengenomen. De variabelen die nooit (HCH-c, HCButa en PCB 28) of slechts in één of twee gevallen waarden boven de detectiegrens gaven (HCH-a, Aldrin, QCB, Acenaftyleen), werden in deze en verdere analyses overigens niet meegenomen.

Doordat er alleen clusters binnen matrices van verondersteld "functionele" groepen werden onderscheiden, had het aantal uiteindelijk gekozen representatieve parameters nog lager kunnen zijn. Voor de inzichtelijkheid is het echter toch prettig om groepen "logisch" te formeren en dus slechts variabelen samen te nemen die duidelijk aan elkaar verwant zijn. Apart onderscheiden clusters houdt dus niet in dat enkele variabelen uit een cluster of zelfs gehele clusters niet met elkaar gecorreleerd zijn.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

3. Resultaten

3.1. Clustering omgevingsvariabelen

De correlatie-analyse tussen de ongecorrigeerde abiotische parameters onderling had uiteindelijk tot resultaat dat er 14 omgevingsvariabelen zijn gekozen, representatief voor evenzovele clusters van variabelen. De keuze van deze vertegenwoordigende parameters is arbitrair, maar als leidraad is de herkenbaarheid en de bekendheid gekozen. Bijvoorbeeld PAK-totaal als vertegenwoordiger lijkt logischer dan Pyreen. Tabel 1 geeft een overzicht van de vertegenwoordigende parameters en de variabelen die zij representeren. Omdat de schaal van de gemeten variabele voor iedere parameter verschillend is, wordt in deze tabel tevens de waargenomen range en eenheid gegeven.

Een zelfde procedure is toegepast op die variabelen waarop een correctie van gehalten naar standaardbodem is uitgevoerd. Tabel 2 geeft hier een overzicht van. Om de betekenis van de geobserveerde ranges te kunnen bepalen zijn in dezelfde tabel de grens-concentraties tussen de 4 verschillende normeringsklassen gegeven (in oplopende volgorde resp. de grenswaarde, voorlopige toetsingswaarde en de saneringswaarde). Deze zijn ontleend aan de 3e Nota waterhuishouding (1990) en de MILBOWA-notitie (Min. van VROM, 1990-1991).

Wat bij deze analyse opvalt is dat bijna alle vertegenwoordigende variabelen nog steeds significant gecorreleerd waren met "hun" cluster-variabelen zoals die bij de ongecorrigeerde omgevingsvariabelen werden onderscheiden. De verwachting was dat er minder stoffen in de cluster zware metalen voor zouden komen omdat de omrekeningsfactoren per stof verschillend zijn. De bij de Spearman-toets geobserveerde betrouwbaarheidsnivo's binnen de al eerder onderscheiden clusters waren vrijwel altijd $< 0,01$, in een incidenteel geval $< 0,02$. Alleen de variabele EOC1 kon na correctie niet langer door het cluster Σ KW vertegenwoordigd worden en werd apart in een cluster opgenomen.

Daar er verder voor dit werkdocument zowel met ongecorrigeerde en gecorrigeerde gegevens analyses werden uitgevoerd dient men er zich dus rekenschap van te geven dat de variabele EOC1 alleen i.g.v. ongecorrigeerde gegevens door de variabele Σ KW vertegenwoordigd wordt (uiteraard met de beperking zoals gemeld in § 2.3).



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 1: Overzicht van de clusters van ongecorrigeerde variabelen met hun vertegenwoordigende parameter, geobserveerde ranges en eenheden.

Parameter	Vertegenwoordiger van	min.	max.	eenheid
Calciet		3.1	13.9	% van droge stof
Organische stof		0	13	"
	- TOC	0.13	5.9	"
	- CZV	4.07	180	mg/kg droge stof
	- Nkj	0.19	4.6	"
	- fosfaat	735	8581	"
Fractie < 63 µm		47	96	% van droge stof
	- Fractie < 2 µm	5.6	59	"
	- Fractie < 16 µm	7.1	83	"
Droge stof		41.1	87.9	%
	- Gloeirest	82.2	99.1	% van droge stof
	- pH	7.3	8.6	"
Zink		10	350	mg/kg droge stof
	- Arseen	3	45	"
	- Cadmium	0	5	"
	- Chroom	0	95	"
	- Koper	0	80	"
	- Kwik	0	1.2	"
	- Lood	0	120	"
	- Nikkel	0	35	"
	- IJzer	2700	40000	"
HCB		0	2.7	µg/kg droge stof
HCH-b		0	5.2	"
Heptachloor		0	2.4	"
Dieldrin		0	12	"
Σ KW		0	202.1	"
	- Endrin	0	6.2	"
	- Telodrin	0	11	"
	- Isodrin	0	40	"
	- DDD	0	110	"
	- DDE	0	21	"
	- DDT	0	33	"
	- A-Endosulfan	0	18	"
	- EOC1	0	0.94	mg/kg droge stof
	- Hept-epoxide	0	19	µg/kg droge stof
PCB som6		0	66	"
	- PCB 52	0	5.1	"
	- PCB 101	0	11	"
	- PCB 138	0	19	"
	- PCB 153	0	19	"
	- PCB 180	0	15	"
PCB 118		0	15	"
Dibenz		0	0.15	mg/kg droge stof
PAK totaal		0.11	5.55	"
	- Naftaleen	0	0.19	"
	- Acenaftheen	0	0.1	"
	- Fluoreen	0	0.17	"
	- Fenantreen	0	0.32	"
	- Anthraceen	0	0.19	"
	- Fl	0.02	0.66	"
	- Pyreen	0.02	0.57	"
	- B(a)anthraceen	0.01	0.36	"
	- Chryseen	0.01	0.45	"
	- BbF	0.02	0.77	"
	- BkF	0	0.7	"
	- BaP	0.01	0.27	"
	- BghiP	0	0.32	"
	- IP	0	0.49	"
	- PAK-Borneff	0.07	3.33	"
	- Olie	32	750	"



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 2: Overzicht van de clusters van naar standaardbodem gecorrigeerde variabelen met hun vertegenwoordigende parameter, geobserveerde ranges, eenheden en ondergrenzen van normering volgens de 3e Nota Waterhuishouding (1990) en de notitie MILBOWA (Min. van VROM, 1990-1991). (ondergrens klasse 2= grenswaarde, klasse 3= voorlopige toetsingswaarde, klasse 4= saneringswaarde (staat nog ter discussie))

Parameter	Vertegenwoordiger van	min.	max.	kl. 2	kl. 3	kl. 4	eenheid
Zink		15.99	202.26	480	1000	2500	mg/kg droge stof
	- Arseen	2.98	30.58	55	85	150	"
	- Cadmium	0	4.72	2	7.5	30	"
	- Chroom	0	60.81	380	480	1000	"
	- Koper	0	55.7	36	90	400	"
	- Kwik	0	0.87	0.5	1.6	15	"
	- Lood	0	85.59	530	530	1000	"
	- Nikkel	0	30.43	35	45	200	"
HCb		0	4.64	4	20	500	µg/kg droge stof
HCH-b		0	26		20	500	"
Heptachloor		0	5.39	20 a	20 a	500 a	"
Dieldrin		0	16.57	20	40 b	500 b	"
Σ KW		0	570.5				"
	- Endrin	0	7.98	40	40	500	"
	- Telodrin	0	42				"
	- Isodrin	0	90				"
	- DDD	0	215	10 c	20 c	500 c	"
	- DDE	0	25.5	10 c	20 c	500 c	"
	- DDT	0	60	10 c	20 c	500 c	"
	- A-Endosulfan	0	65	10 d	20	500	"
	- Hept-epoxide	0	25.38	20 a	20 a	500 a	"
EOCl		0	4.70		7	20	mg/kg droge stof
PCB som6		0	241				µg/kg droge stof
	- PCB 52	0	19.72	4	30	100	"
	- PCB 101	0	45	4	30	100	"
	- PCB 138	0	75	4	30	100	"
	- PCB 153	0	60	4	30	100	"
	- PCB 180	0	42.5	4	30	100	"
PCB 118		0	18.91	4	30	100	"
Dibenz		0	0.2	0.05	0.8	3	mg/kg droge stof
PAK totaal		0.55	17.95				"
	- Naftaleen	0	0.65	0.015			"
	- Acenaftheen	0	0.4				"
	- Fluoreen	0	0.28				"
	- Fenantreen	0	1.2	0.05	0.8	3	"
	- Anthraceen	0	0.35	0.05	0.8	3	"
	- Fl	0.09	2.4	0.3	2	7	"
	- Pyreen	0.08	2.05	0.05	0.8	3	"
	- B(a)anthraceen	0.05	1.25	0.05	0.8	3	"
	- Chryseen	0.05	1.55	0.05	0.8	3	"
	- BbF	0.09	2.75	0.2	0.8	3	"
	- BkF	0	0.95	0.2	0.8	3	"
	- BaP	0.05	1.4	0.05	0.8	3	"
	- BghiP	0	0.5	0.05	0.8	3	"
	- IP	0	1.7	0.05	0.8	3	"
	- PAK-Borneff	0.35	10.2	0.6	4.5	17	"
	- Olie	88.33	2100	1000	3000	5000	"

a: incl. Heptachloor en Hept-epoxide

b: incl. Aldrin

c: incl. DDD, DDE en DDT

d: incl. A-endosulfaat



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

3.2. Ruimtelijke verdeling van de parameters

Om inzicht te krijgen in de verspreiding van de gemeten en afgeleide biotische en abiotische parameters over Saeftinge zijn deze per variabele in staafjes-diagrammen in kaart gebracht. Hierbij is rekening gehouden met het onderscheid in de biotooptypes oeverwal, kom, en slik en kreek. In geval van metalen en organische verbindingen zijn ook kaarten vervaardigd van naar standaardbodem gecorrigeerde gehalten. In de bijlagen 1 t/m 34 staan deze "verspreidingskaarten" afgebeeld. Wanneer op de plaats van een staafjesdiagram een horizontaal streepje staat afgebeeld, betekent dit dat de betreffende parameter wel is gemeten en een waarde 0 (nul), danwel een waarde die beneden de detectiegrens ligt, heeft.

Op grond van deze kaartjes kan per variabele ten aanzien van de patronen in de verspreiding (oeverwallen vs. kommen, oost vs. west etc.) het volgende opgemerkt worden:

* Abiotische parameters:

-Hoogte:

Van bijna alle oeverwalpunten, maar van slechts 4 kom-lokaties en 1 kreek-lokatie zijn de hoogtes beschikbaar. Zoals te verwachten, waren de hoogtes van de kom-lokaties geringer dan van de bijbehorende oeverwallen.

De meest lage oeverwallokaties bevonden zich in het uiterste zuidwesten en de noordoostelijke rand van Saeftinge.

Opvallend is verder dat punt kreek 11 relatief vrij hoog lag, zelfs hoger dan de oeverwallen van de lokaties 12 en 13.

-Fractie < 2 μm :

Deze parameter vertoonde dezelfde ruimtelijke verdeling als de vertegenwoordigende parameter fractie < 63 μm , maar wordt toch getoond omdat de verschillen tussen de kom- en oeverwal-lokaties duidelijker waren. Overigens valt op dat op de slik-lokaties de fractie < 2 μm lager was dan de oeverwallokaties, i.t.t. de fractie < 63 μm . Het "slik" is blijkbaar nog zandiger dan de oeverwal.

-Fractie < 63 μm :

Over het gehele Land van Saeftinge maakte de fractie < 63 μm een zeer substantieel deel uit van de bovenste 10 cm van de bodem. Soms bestond vrijwel die gehele laag uit deze fractie. De hoogste gehalten werden vrijwel altijd in de kommen gevonden, terwijl de oeverwallen en de slikken en kreken in dezelfde orde van grootte zaten. Deze geobserveerde verschillen kunnen goed verklaard worden door het feit dat de kommen lager liggen dan de oeverwallen, en daardoor vaker en gedurende langere tijd overstroomd raken. De grofste deeltjes sedimenteren bij het overstroomd raken. De schor direct aan de randen (de oeverwallen)



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

t.g.v. van de door het overstromen fors afgenomen stroomsnelheid, en het slib bezinkt gemakkelijk tussen de planten van de kommen t.g.v. de daar zeer verlaagde stroomsnelheden.

-Fractie organische stof:

De hoogste gehalten organische stof werden duidelijk in de kommen gevonden, en werd in de bodem van de slikken en kreken nauwelijks aangetroffen.

-Fractie TOC:

De fractie TOC gaf hetzelfde beeld te zien als zijn vertegenwoordigende parameter fractie organische stof. De ruimtelijke spreiding wordt echter toch gegeven daar deze parameter gebruikt is om de gehalten van de contaminanten naar standaardbodems te corrigeren. Er was één nadrukkelijke afwijking, nl. op de kom van lokatie 12. De fractie TOC was er opvallend laag. Zoals verderop zal blijken was dit waarschijnlijk een meetfout (zie bij bespreking van HCH-b).

-Fractie droge stof:

De hoogste droge stof-gehalten werden gevonden op de oeverwallen en de slikken en kreken, terwijl duidelijk lagere waarden op de komlokaties werden gemeten. Een grote fractie droge stof duidt op een laag vochtgehalte. De hoger gelegen oeverwallen en de slikken en kreken waren grofkorreliger en konden daardoor minder water vasthouden.

-Calciet:

De verdeling van de Calciet-gehalten was min of meer gelijk over de kommen en de oeverwallen. Slik en kreek daarentegen lijken een iets lager gehalte gehad te hebben.

-Zink:

De verdeling van de zink-gehalten over Saeftinge had een merkwaardig patroon. Allereerst valt op dat de hogere concentraties alle in kom-lokaties zijn gemeten. Het is evenwel niet zo dat de kommen altijd hogere concentraties te zien gaven dan de bijbehorende oeverwallen. De slikken en kreken vertoonden relatief lage concentraties.

Als we de gecorrigeerde zink-gehalten bezien, dan valt op dat de kommen wel vrijwel altijd een hogere vervuilingsgraad toonden en dat ook hier de slikken en kreken de laagste vervuilingsgraden hadden. Lokatie 9 valt op door relatief lage gehalten.

-HCB: Hexachloorbenzeen was slechts in lage concentraties aangetroffen. Op 5 lokaties zijn er gehalten boven de detectiegrens gemeten. Een patroon is hierin niet of nauwelijks te ontdekken.

-HCH-b:

Ook beta-hexachloorcyclohexaan kwam in relatief lage concentraties voor en overschreed op 5 lokaties de detectiegrens. Bij



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

deze stof valt echter wel op dat alleen op kom-lokaties gehalten boven de detectiegrens zijn gevonden en dan op de lokaties rondom de IJskelder. Een verklaring hiervoor is dat HCH-b redelijk oplosbaar is in water en dat gemeten in gedroogde bodem, de hoogste gehalten dan voorkomen in de waterrijkste bodems (ofte wel de laagste droge-stoffracties). Daarnaast speelt de hoogte-ligging op het schor een rol: de hoger gelegen lokaties zullen meer verdunning door regenwater gehad hebben.

Bij lokatie 12 valt een opmerkelijke uitbijter in de kom op. Dit kan het gevolg zijn van een fout in de verstrekte gegevens dan wel een lokaal effect. Zoals later nog zal blijken sprong lokatie kom 12 bij verschillende stoffen, waarvan de gehalten gecorrigeerd zijn, eruit. Uit de "kaart" van de fractie TOC bleek al dat deze op de kom van lokatie 12 opmerkelijk laag was. Mogelijk heeft er een analyse- of invoerfout bij de bepaling van de fractie TOC plaatsgevonden. Een andere aanwijzing tav. een fout van het betreffende TOC-gehalte wordt gegeven door het feit dat de rechtstreeks bepaalde fractie organische stof op deze lokatie (= 7.7 mg/kg) veel hoger was dan de indirect uit de fractie TOC (= 0.45 mg/kg) te berekenen fractie organische stof ($0.45 \times 1.724 = 0.78 \text{ mg/kg}$).

-Heptachloor:

Heptachloor overschreed op slechts 4 lokaties de detectie-grens, en vertoonde lage concentraties. Drie van de vier lokaties bevonden zich in kommen, en één op een oeverwal. Deze gehalten werden verspreid over Saeftinge waargenomen.

-Dieldrin:

Dieldrin vertoonde een opmerkelijk verspreidingspatroon. De ongecorrigeerde gehalten in de oeverwallen waren lager (op één punt na) dan in de kommen. De hoogste concentraties zijn duidelijk in het westelijk deel van Saeftinge gemeten, rond het Speelmansgat.

De oostwest-gradiënt blijkt ook evident bij de gecorrigeerde gehalten. In vijf van de elf gevallen werd er in de kom een meetbaar gehalte gevonden, terwijl het gehalte in de naastgelegen oeverwal beneden de detectiegrens bleef. In vier gevallen waren de gecorrigeerde gehalten in de oeverwal en kom gelijk en slechts éénmaal was dat van de oeverwal groter dan van de kom. Op basis van de westoost-gradiënt lijkt een relatie met een westelijk gelegen lokale bron (bijv. het landbouwhaventje bij Paal en/of het poldergemaal ten westen hiervan) voor de hand te liggen.

-Σ KW:

De gemeten som koolwaterstoffen (excl. PAK's en PCB's) bleken duidelijk de hoogste waarden in de kommen te vertonen. Slikken, kreken en oeverwallen hadden opvallend lage waarden. In tegenstelling tot dieldrin waren de totalen juist in het westelijk deel van Saeftinge opvallend laag.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Die oostwest-gradiënt en verhouding kom/oeverwal waren ook evident wanneer de gecorrigeerde gegevens bezien worden. De kom van lokatie 12 liet een opvallende uitbijter zien, net zoals bij HCH-b. In mindere mate valt ook de kreek van lokatie 6 op, die van de drie biotopen daar, de hoogste concentratie had.

-EOCl:

Daar de parameter extraheerbaar organisch chloor na correctie naar standaardbodem niet en zonder correctie wel door de parameter Σ KW vertegenwoordigd kon worden, wordt de verspreiding getoond.

EOCl wordt vanwege analyse-problemen als een onbetrouwbare variabele beschouwd. Niettemin was deze parameter significant gecorreleerd aan de parameter som van de gechloreerde koolwaterstoffen (Σ KW), bij gebruik van ongecorrigeerde gegevens. Bij de verspreiding van de absolute gehalten valt op dat de kommen vrijwel altijd hogere concentraties te zien gaven dan de oeverwallen. Er was geen oostwest-gradiënt, in tegenstelling tot de vertegenwoordigende parameter Σ KW (zie § 4).

Ten aanzien van de gecorrigeerde gehalten blijkt er een ander beeld te gelden. Hier lijken juist de oeverwallen de hoogste concentraties bevat te hebben, echter niet veel hoger dan in de kommen. Dit kan niet verklaard worden uit de fysische eigenschappen die toegekend worden aan de stoffen die het EOCL vormen.

Overigens lijkt er over heel Saeftinge een vrij gelijkmatige verdeling van EOCl te hebben gegolden. De kom op lokatie 12 was echter een grote uitzondering en valt waarschijnlijk, net als bij HCH-b en Σ KW op een analyse- of invoerfout van de fractie TOC terug te voeren.

-PCB som6:

Vrijwel overal op Saeftinge overschreden de PCB som6 waarden de detectiegrens. Alleen de kreeklokatie 11 en het slik bij punt 1 sprongen eruit, doordat hier geen van de 6 PCB-congeneren boven de detectiegrens kwamen. De kommen vertegenwoordigden hier duidelijk hogere gehalten dan de bijbehorende oeverwallen. Verder valt op te merken dat het noordoostelijke deel van Saeftinge, althans op de kommen, de hoogste concentraties te zien gaf. Opvallend is tot slot dat in de kreek bij punt 6 relatief veel PCB's werden gemeten, een waarde die, zelfs in vergelijking met de oeverwal-concentraties, aan de hoge kant was, wat bij Σ KW ook al het geval was.

Bij de verspreiding van de gecorrigeerde gehalten was er sprake van een ander beeld. Ten eerste lijkt de oostwest-gradiënt bij de kommen minder duidelijk geweest te zijn, maar trad nog wel op. Vervolgens valt op dat in het oostelijk deel de kommen duidelijk hogere concentraties PCB som6 bevatten dan de bijbehorende oeverwallen, i.t.t. het westelijk deel waar ze zeer vergelijkbaar blijken te zijn geweest. Daarnaast vallen er twee uit-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

bijters op. De grootste wordt wederom gevormd door de kom van lokatie 12, net als bij enkele gechloreerde koolwaterstoffen. De ander is de kreek van lokatie 6, die in het westelijk deel duidelijk de hoogste concentratie PCB som6 bevatte, analoog aan Σ KW.

-PCB 118:

Net als dieldrin vertoonde PCB 118 een opvallend afwijkend patroon. Nader bekeken waren er met dieldrin echter ook opvallende verschillen. In ieder geval werden de hoogste gehalten aan PCB 118 ook op kom-lokaties gemeten en werd met name op het westelijke deel van Saeftinge de detectiegrens overschreden. PCB 118 overschreed ook op oeverwallen de detectiegrens waarbij op de bijbehorende kommen géén PCB 118 werd aangetoond. Daarbij valt ook op dat twee van die oeverwal-punten zich in het noordelijke centrale deel van Saeftinge bevonden.

-Dibenz:

Dibenz(a-h)anthraceen bereikte de hoogste concentraties op de kom-lokaties. Op drie gevallen na hadden de kom-lokaties hogere gehalten dan de bijbehorende oeverwal-lokaties. De slikken en krekken hadden relatief lage concentraties. Correctie van de gehalten resulteerde in een beeld waarbij de waardes ruimtelijk min of meer gelijkmatig over Saeftinge verdeeld waren, maar t.a.v. de verdeling over kom en oeverwal geldt dat niet. Het verschil hiertussen is dan namelijk geheel niet evident. Wellicht is dibenz(a-h)anthraceen een stof die wel zeer aan het sediment gebonden blijft en waarop bijv. uitloging weinig effect heeft. Het ruimtelijke patroon lijkt moeilijk verklaarbaar. Ook hier valt de kreek van lokatie 6 op met een relatief hoge concentratie.

-PAK totaal:

Op één lokatie na hadden de kommen duidelijk hogere concentraties dan de bijbehorende oeverwallen. Op de kreeklokatie bij punt 6 na, behoorden de slikken en krekken bij de minst met PAK's verontreinigde lokaties. Op grond van de concentraties bij de kommen lijkt een gradiënt zichtbaar waarbij er van west naar oost een toename te zien was. Bij de naar standaardbodem gecorrigeerde gehalten lijkt de oost-west-gradiënt veel minder uitgesproken en waren de concentraties min of meer gelijkmatig over de kommen en oeverwallen verdeeld. Alleen de komlokatie van 12 toonde weer een opvallende uitbijter en in mindere mate ook weer de kreek van lokatie 6, die aldaar de hoogste concentratie bevatte.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

* Biotische parameters:

-Dichtheid Nematoda:

De dichtheden aan Nematoden verschilden aanzienlijk. Over het algemeen zijn er in de oeverwallen hogere dichtheden aangetroffen dan in de bijbehorende kommen. Op slikken en kreken zijn de laagste dichtheden aangetroffen. Er lijkt een lichte gradiënt waarneembaar waarbij de noordwestelijke helft van Saeftinge relatief hogere dichtheden vertoonde, hoewel hier toch enkele lokaties met lage dichtheden waren.

-Evenness Nematoda:

Meestal was de evenness in de oeverwallen lager dan in de bijbehorende komlokaties. Twee lokaties vertoonden dat in sterkere mate, namelijk de punten 4 en 16. Op deze lokaties was er een drastisch verschil in evenness tussen de oeverwallen en de kommen. Het is zelfs zo dat de laagste evenness-waardes op deze oeverwallen en de hoogste op o.a. deze kommen gevonden werden. Een ruimtelijk patroon valt er echter niet te ontdekken.

-Diversiteit Nematoda (vlgs. SW-index):

Bij de diversiteit uitgedrukt middels de Shannon-Weaver index lijkt er geen duidelijk patroon op Saeftinge te hebben gegolden.

-Diversiteit Nematoda (adhv aantal taxa):

Bij de diversiteit uitgedrukt als het aantal onderscheiden taxa trad er geen wezenlijk verschil met de diversiteit vlgs. de SW-index naar voren. De enige trend die te ontdekken lijkt is dat op de lokaties rondom de IJskelder de hoogste aantallen taxa werden waargenomen.

-Fracties Nematoda c-p klasse 1-4:

De fractie van Nematoden die behoren tot c-p klasse 1, opportunistische en voor voedselrijke omstandigheden kenmerkende soorten, vertoonde geen duidelijk patroon op Saeftinge. Globaal lijkt de conclusie dat in de kommen relatief de meeste van deze opportunistische nematoden voorkwamen wel juist, maar is lang niet overal van toepassing (ook vaak gelijk). Met name op het Konijnenschor en de Marlemonsche plaat was deze groep juist op de oeverwallen beter vertegenwoordigd.

De fractie van Nematoden die tot c-p klasse 2, ook opportunistische soorten, behoren gaf een duidelijk verschillend patroon t.o.v. de c-p klasse 1 te zien. Meestal herbergden de oeverwallen t.o.v. de kommen de hoogste percentages van deze nematoden. Met name op het Konijnenschor en de Grauwe Plaat was deze situatie duidelijk omgekeerd. De sliklokatie van punt 16 valt op door het extreem hoge percentage van deze nematoden.

De fractie van Nematoda die tot c-p klasse 3 behoren was relatief homogeen verdeeld over de kommen en oeverwallen en over Saeftinge. De slik- en kreeklokaties vallen op door de relatief kleine fractie van deze nematoden.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

De fractie van Nematoda die tot c-p klasse 4, de op Saeftinge meest persistente, stress-gevoelige nematoden, behoren, bereikte net als bij c-p klasse 1 nooit percentages hoger dan 30 %. Over het algemeen werden de hoogste percentages op de oeverwallen bereikt, alhoewel het beeld niet eenduidig was. Twee lokaties sprongen eruit, namelijk punt 6 waar op alle drie de biotopen relatief hoge percentages voorkwamen en bij punt 8 op de oeverwal eveneens. Wanneer we deze punten bij de MI bezien dan sprongen ze er veel minder uit. Deze twee lokaties droegen verder belangrijk bij aan het beeld dat deze nematoden in het westen relatief het talrijkst waren.

-Nematoda Maturity-index:

In het algemeen bereikte de MI op de oeverwallen de hoogste waarden. Dit beeld is echter lang niet overal eenduidig. Verder valt op dat met name in het centrale en zuidoostelijke deel van Saeftinge de MI's binnen de geobserveerde range aan de lage kant waren. In dit kader valt het punt 11 in de IJskelder op met een extreem lage MI-waarde. Dit werd met name veroorzaakt door het voorkomen van relatief veel Nematoden van c-p klasse 1, kenmerkend voor voedselrijke omstandigheden.

-Ratio Nematoda voedingstype %1B/%2A:

Op vele lokaties waren er geen al te grote verschillen tussen de ratio's van bij elkaar behorende kom- en oeverwal-lokaties. Daar waar er wel grote verschillen te zien waren vertoonden de kom-lokaties de hoogste ratio's. Ook de slik- en kreek-lokaties konden hoge ratio's te zien geven. Een ruimtelijke gradiënt lijkt aanwezig te zijn geweest, waarbij met name in het westelijke deel en in het uiterste noordoostelijke deel de hoogste ratio's gevonden werden.

Op grond van deze parameter zou voorzichtig geconcludeerd kunnen worden dat het westen relatief het meest vervuild, danwel het slibrijkst was (zie Claassen 1991). Dit is opmerkelijk daar er t.a.v. slibgehalte géén oost-west gradiënt lijkt gegolden te hebben en t.a.v. vele verontreinigingen (PAK's, PCB's (excl. PCB 118) en zware metalen) een tegengestelde gradiënt. Alleen voor Dieldrin en PCB 118 lijkt een westoost-gradiënt aanwezig geweest te zijn.

-Fracties Nematoda voedingstype 1A, 1B, 2A en 2B:

Voor type 1A Nematoden (selective deposit feeders, bacterie-eters) valt op dat deze vaak een relatief hoog percentage van de aanwezige Nematoden op de oeverwallen en kommen uitmaakte, echter niet op de slikken en krekken.

Hoewel absoluut wat minder dan voedingstype 1A konden Nematoden van het voedingstype 1B (non-selective deposit feeders, bacterie-, diatomee- en protozoa-eters) ook een aanzienlijk deel van de Nematoden-gemeenschap uitmaken. De hoogste percentages werden op Saeftinge op enkele kom-lokaties en drie van de vier lokaties op slikken en krekken aangetroffen.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Zoals ook al bij de ratio %1B/%2A te zien was lijkt dit type vooral in het westen en in het uiterste noordoosten van Saeftinghe relatief het talrijkst geweest te zijn.

Ook voedingstype 2A (epigrowth feeders, bacterie- en diatomeeeters) kon aanzienlijke percentages van de aanwezige Nematodenfauna uitmaken. De verdeling van die percentages over de monsterpunten geeft een redelijk homogeen beeld zonder zichtbare gradiënten en met uitschieters naar boven in alle onderscheiden biotooptypen.

Nematoden van voedingstype 2B (omnivoren en predatoren) bereikten nooit substantiële percentages op Saeftinghe. Duidelijke gradiënten in de verdeling over Saeftinghe lijken er niet geweest te zijn. Alleen op 3 van de 4 punten slikken en krekken zijn er vrij lage percentages aangetroffen, complementair aan de verdeling van Nematoden van het voedingstype 1B.

-Oesterlarventest:

Conclusies t.a.v. trends met betrekking tot de verdeling kom/oeverwal/slik en kreek bij de resultaten van de oesterlarventest dienen eigenlijk niet getrokken te worden, daar slechts 2 slik- en kreek-lokaties en 2 oeverwal-lokaties tegen 9 komlokaties getest zijn. Op grond van de figuur is er een aanwijzing dat de grootste effecten bij de oesterlarventests mogelijk op komlokaties optraden. Dit is in overeenstemming met de bevinding dat de concentraties aan microverontreinigingen doorgaans het hoogst waren op de komlokaties. Een oostwest-gradiënt in respons is op de kom-lokaties niet gevonden.

Het is echter onverwacht dat de oesterlarventest-resultaten van de twee oeverwal-punten beter zijn dan die van de kreek-punten.

3.3. Relaties tussen abiotische variabelen

In tabel 3 en 4 worden de betrouwbaarheidsnivo's van de Spearman correlatietoetsen tussen resp. de ongecorrigeerde en gecorrigeerde abiotische variabelen onderling gegeven. Vele sterke positieve en negatieve correlaties zijn er aangetoond. Er zijn er veel te veel onderzocht om allemaal te bespreken, maar de meest belangwekkende zullen de revue passeren.

Als we eerst de relaties tussen de ongecorrigeerde gehalten (tabel 3) vergelijken dan zijn vrijwel alle variabelen vrij sterk (betrouwbaarheidsnivo < 0.05) met het organisch stof-gehalte gecorreleerd. Dit geldt in mindere mate voor de correlatie met de fractie $< 63 \mu\text{m}$. Voor zware metalen en arseen is de lutumfractie ook van belang, wat voor zink als vertegenwoordiger voor de cluster zware metalen ook bevestigd wordt. Heptachloor, HCB en PCB 118 vertonen echter niet zulke sterke (tot geen) relaties met deze twee fysische parameters. Mogelijk spelen er specifieke processen of andere bronnen een rol bij de verspreiding van deze stoffen over Saeftinghe.

Een ander beeld ontstaat wanneer we de correlatiematrix van de gecorrigeerde gehalten bezien (tabel 4). Allereerst valt op dat er nu veel



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 3: Betrouwbaarheidsnivo's van de correlaties tussen de (ongecorrigeerde) omgevingsvariabelen op grond van Spearman rangcorrelatie-toets.

	Calciet	Org. stof	<63 µm	droge stof	Zink	HCB	HCH-b	Heptachl.	Dieldrin	Σ KW	PCB som6	PCB 118	Dibenz PAK tot.
Calciet	-												
Frac. org. stof	< 0.01	-											
Frac. < 63 µm	< 0.01	< 0.01	-										
Frac. droge stof	< 0.01*	< 0.01*	< 0.01*	-									
Zink	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	-								
HCB	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	0.05-0.1*	0.05-0.1	-							
HCH-b	> 0.1	0.01-0.02	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	> 0.1	-						
Heptachloor	> 0.1	0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	> 0.1	-					
Dieldrin	0.05-0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	-				
Σ KW	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	0.05-0.1	0.02-0.05	0.02-0.05	< 0.01	-			
PCB som 6	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	0.02-0.05	0.02-0.05	0.02-0.05	< 0.01	< 0.01	-		
PCB 118	0.02-0.05	0.02-0.05	0.05-0.1	0.02-0.05*	0.05-0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	-	
Dibenz(a-h)ac	0.01-0.02	0.01	0.02-0.05	0.01-0.02*	< 0.01	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	< 0.01	< 0.01	> 0.1	-
PAK totaal	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	0.02-0.05	0.05-0.1	0.02-0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	> 0.1	< 0.01
Hoogte	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	< 0.01	0.02-0.05*	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05*	0.01-0.02*	> 0.1

*: negatieve correlatie



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 4: Betrouwbaarheidsnivo's van de correlaties tussen de omgevingsvariabelen op grond van Spearman rangcorrelatie-toets, waarbij de gecorrigeerde gehalten zijn gebruikt.

	Calciet	Org. stof	<63 µm	droge stof	Zink	HCB	HCH-b	Heptachl.	Diieldrin	Σ KW	EOCl	PCB som6	PCB 118	Dibenz	PAK tot.
Zink	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	-										
HCB	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	-									
HCH-b	> 0.1	0.01-0.02	< 0.01	< 0.01*	0.01-0.02	> 0.1	-								
Heptachloor	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	> 0.1	-							
Diieldrin	> 0.1	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	> 0.1	0.05-0.10	> 0.1	-						
Σ KW	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01*	< 0.01	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	0.02-0.05	-					
EOCl	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	-				
PCB som 6	< 0.01	< 0.01	0.01-0.02	< 0.01*	< 0.01	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	< 0.01	0.05-0.10	-			
PCB 118	0.02-0.05	0.05-0.1	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	-		
Dibenz(a-h)ac	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	-	
PAK totaal	< 0.01	< 0.01	> 0.1	0.01-0.02*	< 0.01	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	< 0.01	0.01-0.02	< 0.01	> 0.1	> 0.1	-
Hoogte	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	< 0.01	0.05-0.1*	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.1	> 0.1	0.01-0.02*	> 0.1	> 0.1

*: negatieve correlatie



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

minder en/of minder sterke onderlinge correlaties gevonden worden. Opmerkelijk is dat na correctie er vrijwel evenveel goede relaties met de fractie organische stof aangetoond zijn. Kennelijk is het zo, dat de gecorrigeerde gehalten microverontreinigingen toch nog gecorreleerd zijn aan de organische-stofgehalten in de oorspronkelijke monsters. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de omrekening naar standaardbodem niet juist is. Mogelijk dat niet alleen de fractie organische stof het gros aan contaminanten herbergt maar eventueel ook een ander compartiment (voor zware metalen en arseen was dit al bekend, namelijk het lutum-gehalte) die positief gecorreleerd is aan het organisch stofgehalte. Het lutum-gehalte (fractie $< 2 \mu\text{m}$) is sterk positief gecorreleerd aan het organische stofgehalte ($\alpha < 0,01$, Spearman rangcorrelatietoets) en op grond van tabel 4 (bij vertegenwoordigende parameter fractie $< 63 \mu\text{m}$) zien we dat o.a. voor ΣKW , enkele gechloreerde koolwaterstoffen en in iets mindere mate bij PCB som6 een sterke positieve correlatie geldt. Bij een directe correlatie-analyse met de fractie $< 2 \mu\text{m}$ zijn de relaties nog sterker (niet in de tabel vermeld). Voor PAK totaal geldt dat ook ($0,01 < \alpha < 0,02$), hoewel bij fractie $< 63 \mu\text{m}$ geen significante correlatie aangetoond is. Dit toont aan dat bij deze correlatiematrices (tabel 3 en 4) voor de vertegenwoordigende variabele (van de t.b.v. de verspreidingskaarten onderscheiden clusters van variabelen) niet zomaar de andere variabelen uit het cluster gelezen kunnen worden.

Ook zink blijft na correctie, op zowel organisch stof- als lutum-gehalte, sterk positief gecorreleerd met deze parameters. Misschien is een aanzienlijk deel ook aan grovere ($> 2 \mu\text{m}$) deeltjes van het sediment gebonden.

Overigens is de correctie naar standaardbodem onderwerp van discussie en studie en zal de rekenmethode naar verwachting aangepast worden.

3.4. Relaties tussen biotische variabelen

In tabel 5 worden de betrouwbaarheidsnivo's van de getoetste correlaties tussen de biotische variabelen onderling gegeven.

Als eerste kan geconcludeerd worden dat de oesterlarventest (PNR) nauwelijks met de "Nematoden-variabelen" gecorreleerd was. Van de afgeleide parameters van de Nematodenfauna vertoonde alleen het voedings-type 1A een gelijksoortige maar tegengestelde verdeling over de monsterpunten als de oesterlarventest.

Enkele verbanden tussen de "Nematoden-parameters" zijn er wel gevonden. Zo vertoonde de Maturity-Index een sterke negatieve correlatie met de ratio %1B/%2A en een minder sterke negatieve correlatie met de evenness. Dat de MI en de ratio %1B/%2A negatief gecorreleerd waren werd ook verwacht daar beide parameters een indicatie zijn voor de mate van stress, waarbij een hogere stress een lagere MI en juist een hogere ratio %1B/%2A zou moeten opleveren.

De Evenness was vrij sterk negatief met de MI en sterk positief met de ratio %1B/%2A gecorreleerd. Kennelijk trad er t.g.v. stress (gesteld dat de parameters MI en %1b/%2b inderdaad goede stress-indicatoren zijn) een zodanige verschuiving in de verdeling van het aantal indivi-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 5: Betrouwbaarheidsnivo's van de correlaties tussen de biotische variabelen op grond van Spearman rangcorrelatie- en Kendall's Tau-toets.

	MI	% c-p 1	% c-p 2	% c-p 3	% c-p 4	Div	Even	Tax	N/m ²	% 1a	% 1b	% 2a	% 2b	% 1B/%2A	PNR
MI	-														
% c-p 1	< 0.01 *	-													
% c-p 2	< 0.01 *	> 0.1	-												
% c-p 3	< 0.01	> 0.1	< 0.01 *	-											
% c-p 4	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1 *	-										
Div	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1	0.1 *	> 0.1	-									
Even	0.01-0.05*	< 0.01	> 0.1	0.01-0.05*	> 0.1	< 0.01	-								
Tax	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	< 0.01	< 0.01	-							
N/m ²	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	0.02-0.05*	0.05-0.1	> 0.1	< 0.01	-						
% 1a	< 0.01	> 0.1	0.02-0.05*	< 0.01	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	< 0.01	-					
% 1b	< 0.01 *	< 0.01	0.05-0.1	< 0.01 *	> 0.1	0.01-0.05	< 0.01	> 0.1	> 0.1	< 0.01 *	-				
% 2a	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05*	0.01-0.05*	0.05-0.1*	0.01*	< 0.01 *	> 0.1	-			
% 2b	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	< 0.01	0.05-0.1	< 0.01	> 0.1	0.1	> 0.1	> 0.1	-		
% 1B/%2A	< 0.01*	0.01-0.05	0.01-0.05	< 0.01 *	> 0.1	0.01	< 0.01	> 0.1	> 0.1	> 0.1	< 0.01	< 0.01*	> 0.1	-	
PNR	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.02*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	-

*: negatieve correlatie



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

duen over de soorten op, dat de aantallen individuen per soort gelijk werden.

De parameters Tax, Div en Evenness waren alle sterk met elkaar gecorreleerd. Dat het aantal taxa en de Shannon-Weaver index sterk correleerden is niet verwonderlijk, daar beide een maat voor diversiteit zijn. Dat de Evenness ook sterk positief met deze parameters gecorreleerd was geeft aan dat met de diversiteit ook de gelijkmatigheid van de verdeling van het aantal individuen over de soorten toenam. Dit wordt nog eens bevestigd door de gevonden correlaties tussen de Evenness en Div met de ratio %1B/%2A. Dat laatste geldt echter niet voor Tax.

3.5. Relaties tussen biotische en abiotische parameters.

In tabel 6 en 7 staan de resultaten vermeld van de correlatie-toetsen tussen de vertegenwoordigende abiotische parameters en de (afgeleide) biotische variabelen.

Allereerst kan opgemerkt worden dat er nimmer uitgesproken significante correlaties (betrouwbaarheidsnivo's < 0.01) gevonden werden. Twee biotische parameters lijken op grond van de correlatiematrices geen verband gehouden te hebben met één van de gemeten omgevingsvariabelen, nl. de Maturity Index en aantal taxa van de Nematodenfauna. Opvallend is dat juist de Maturity Index geen correlaties vertoonde, een parameter toch afgeleid van meestal redelijk bekende gevoeligheden van bepaalde soorten Nematoda voor verontreiniging (stress). Hierbij moet natuurlijk aangetekend worden dat deze gevoeligheden voornamelijk bekend zijn van het mariene of het zoete gebied, en niet van het brakke, waartoe Saeftinge behoort. Ook is het zeer wel mogelijk dat het determineren tot op geslachtsniveau onvoldoende is en dat er binnen de geslachten nog aanmerkelijke differentiatie qua stressgevoeligheid bestaat.

De geobserveerde dichtheid aan Nematoda (N/m^2) correleerde alleen vrij sterk ($0.02 < \alpha < 0.05$) met de variabele hoogte bij de ongecorrigeerde milieuvariabelen en bij de gecorrigeerde milieuvariabelen met EOCL (die als ongecorrigeerde parameter niet is getoetst).

De ratio %1B/%2A vertoonde een vrij sterke correlatie met het slibgehalte (fractie $< 63 \mu m$), wat in de verwachting past, want deze parameter wordt als indicator gezien voor vervuiling en verhoogde slibgehaltes. Ten aanzien van contaminanten vertoonde deze parameter vrij sterke correlaties met Dieldrin (bij zowel on- als gecorrigeerde gehalten) en bij de gecorrigeerde gehalten zwakke negatieve correlaties met PAK totaal en Dibenz(a-h)anthraceen. De negatieve correlaties zijn zeer opmerkelijk, daar een positieve correlatie eerder verwacht wordt. De Evenness vertoonde bij de ongecorrigeerde gegevens vrij vaak zwakke tot vrij sterke correlaties met verschillende milieuvariabelen. De verbindende factor hiervoor was waarschijnlijk de fractie organische stof, want na correctie verdwijnen de meeste significante correlaties. Alleen die met zink blijkt na correctie zelfs vrij sterk te zijn geworden.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 6: Betrouwbaarheidsnivo's van de correlaties-analyses tussen (ongecorrigeerde) abiotische en biotische parameters op grond van Spearman rangcorrelatie- en Kendall's Tau-toets.

Variabele	MI	% c-p 1	% c-p 2	% c-p 3	% c-p 4	Div	Even	Tax	N/m ²	% 1a	% 1b	% 2a	% 2b	% 1B/%2A	PNR
Gebruikte toets	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2
Calciet	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Frac. org. stof	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05	0.01-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05
Frac. < 63 µm	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1
Frac. droge stof	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	0.01-0.02*
Zink	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05
HCB	> 0.1	< 0.01	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
HCH-b	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Heptachloor	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Dieldrin	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	< 0.01 *	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1
Σ KW	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.1	0.01-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
PCB som6	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05
PCB 118	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Dibenz(a-h)ac	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
PAK totaal	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1
Hoogte	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	0.01-0.02	> 0.1	> 0.1	. 0.1	> 0.1	> 0.1

toets: 1= Kendall's Tau-toets, 2= Spearman's rangcorrelatietoets

*: negatieve correlatie;



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Tabel 7: Betrouwbaarheidsnivo's van de correlaties tussen de gecorrigeerde abiotische en biotische parameters op grond van Spearman rangcorrelatie- en Kendall's Tau-toets.

Variabele	MI	% c-p 1	% c-p 2	% c-p 3	% c-p 4	Div	Even	Tax	N/m ²	% 1a	% 1b	% 2a	% 2b	% 1B/%2A	PNR
Gebruikte toets	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2
Zink	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05
HCB	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
HCH-b	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Heptachloor	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05*	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Dieldrin	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	> 0.1	< 0.01*	> 0.1	0.01-0.05	> 0.1
Σ KW	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
EOC1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	0.02-0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.02-0.05	< 0.01	0.02-0.05*	> 0.1	0.01-0.02	> 0.1	0.02-0.05*
PCB som6	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
PCB 118	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
Dibenz(a-h)ac	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1 *	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	0.05-0.1*
PAK totaal	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	0.05-0.1*	> 0.1

toets: 1= Kendall's Tau-toets, 2= Spearman's rangcorrelatietoets

*: negatieve correlatie;



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Kortom, op Saeftinge hadden enkele van de van de Nematoden-fauna afgeleide parameters mogelijk voor ieder verschillende milieuvariabelen enige indicator-waarde. Wellicht speelde de vervuiling op Saeftinge een minder cruciale rol dan verwacht (in relatie tot de gekozen biotische variabelen) en zijn er nog andere belangrijke factoren of andere stoffen in het spel die niet zijn gemeten. Bongers & Claassen (1991) noemen in dat kader pentachloorfenol, beryllium, fluor, vanadium en barium als stoffen waarvan bekend is dat ze stress bij Nematoden veroorzaken.

De oesterlarventest gaf t.o.v. de fractie droge stof een sterke negatieve correlatie. Hoe droger de bodem, hoe lager het percentage dode en misvormde oesterlarven. Vrij sterke positieve correlaties van de oesterlarventest werden bij de ongecorrigeerde milieuvariabelen gevonden met de fractie organische stof en zink. Deze zijn beide inderdaad ook sterk negatief gecorreleerd met de fractie droge stof (zie tabel 3). Correctie naar standaardbodem had op de resultaten van de toetsen een zodanig effect dat eerder aangetoonde relaties met de oesterlarventest verdwenen en andere significant werden. Zink vertoonde in beide gevallen (on- en gecorrigeerd getoetst) vrij sterke positieve correlaties. Voor koper, net als zink één van de kritische metalen voor mariene organismen, geldt dat bij ongecorrigeerde gegevens een vrij sterke ($0.02 < \alpha < 0.05$) en bij gecorrigeerde gehalten zelfs een zeer sterke ($\alpha < 0.01$) positieve correlatie werd gevonden. Opmerkelijk is dat in het geval van naar standaardbodem gecorrigeerde gehalten matige tot vrij sterke negatieve correlaties van de oesterlarventest met EOC1 en Dibenz(a-h)anthraceen gevonden zijn. Een positieve correlatie had voor de hand gelegen, daar een hoge PNR een groot negatief biologisch effect vertegenwoordigt.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

4. Discussie

4.1. Statistiek

Opgemerkt moet worden dat voor een daadwerkelijke toetsing van verschillen in concentraties er een schatting moet zijn van de betrouwbaarheid van de metingen. Doordat op ieder monsterpunt slechts één monster is geanalyseerd werd geen inzicht verkregen in de variatie in gehalten. Geobserveerde patronen dienen dus met enige terughoudendheid geïnterpreteerd te worden en uitspraken kunnen slechts een globaal karakter hebben.

De vaststelling dat de Spearman toets bij het relateren van Dieldrin en Σ KW een sterk positieve correlatie geeft, ondanks dat de ruimtelijke verspreiding van Dieldrin met Σ KW visueel ongelijk zijn (zie de "verspreidingskaarten"), maakt de vraag actueel of de clusters (die op grond van Spearman correlatie-toets geformeerd zijn) voor dit doel (interpreteren van ruimtelijke verspreiding) wel op de juiste manier gekozen zijn. In bijlage 35 worden de puntenwolken gegeven van de relaties tussen de ongecorrigeerde vertegenwoordigende parameters. Op grond van de getoonde relatie tussen Dieldrin en Σ KW wordt een sterke positieve relatie niet verwacht. Het antwoord zou mijns inziens toch bevestigend moeten zijn daar er bij het formeren van de clusters elke onderlinge correlatie tussen de parameters in dat cluster sterk positief moest zijn. Op grond daarvan is Dieldrin dan ook niet in het cluster Σ KW opgenomen.

De "verspreidingskaarten" van de ongecorrigeerde gehalten van EOCL en Σ KW zijn in dit verband ook interessant. EOCL hoort wel in het cluster van Σ KW thuis, maar de oostwest-gradiënt die bij Σ KW evident lijkt, valt bij EOCL niet op. Wellicht is de gradiënt er toch, maar erg flauw en daardoor onopvallend. Voor andere tot de cluster van Σ KW behorende parameters zijn ook ter controle verspreidingskaartjes gemaakt en hierbij was dezelfde gradiënt wel aanwezig. Uiteraard zijn de verschillende parameters niet volledig gecorreleerd met de vertegenwoordigende parameter en moet er dus wel enige voorzichtigheid genomen worden bij het trekken van conclusies tav. de vertegenwoordigde parameters.

4.2. Ruimtelijke verspreiding en correlaties

4.2.1. Abiotische parameters

Op grond van de ruimtelijke verspreiding van de verontreinigingen in de bovenste 10 cm van de schorbodem van Saeftinge kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

De kommen gaven de hoogste concentraties aan verontreinigingen te zien. Dit valt goed te verklaren omdat de fijnste sedimenten, waaraan de meeste toxicanten gebonden zijn, met name in de kommen sedimenteren en de relatief grovere (en dus schonere) sedimenten op de oeverwallen.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

Wanneer de gehalten van gecorrigeerde toxicanten worden gezien, dan zijn er enkele stoffen waarbij de oeverwallen geen lagere vervuilingsgraad dan de kommen hadden. Dibenz(a-h)anthracen en Dieldrin kenden zulke uitzonderingen. Bij EOCL vertoonden de oeverwallen zelfs hogere gehalten als de kommen.

Wellicht is de verlaagde vervuilingsgraad voor de oeverwallen, wat voor de meeste contaminanten gold, te verklaren uit het feit dat er een uitlogingseffect tgv. van neerslag is opgetreden. Voor het afwijkende beeld bij Dieldrin en Dibenz(a-h)anthracen is geen duidelijke verklaring. Het beeld bij EOCL zou wellicht veroorzaakt kunnen zijn door eigenschappen van de oeverwalmonsters die de analyse van deze parameter beïnvloedden. Te denken valt aan de afwezigheid van sulfides, die door aeratie in sulfaat zijn omgezet. Van sulfides is bekend dat ze de EOCL-analyse storen. Misschien is het echter een intrinsieke fout van het omrekenstelsel.

Vervolgens valt op dat voor vele van de gecorrigeerde parameters voor de kommen een duidelijke oostwest-gradiënt gold, waarbij de oostelijke helft hogere concentraties vertoonde dan het westelijke deel. Dit gold dan voor de parameters Σ KW, PAK-totaal en PCB som 6. PCB 118 en Dieldrin lieten een duidelijk hieraan tegengesteld beeld zien, waarbij het westelijk deel juist de hoogste concentraties liet zien. Dit beeld werd niet bevestigd door negatieve correlaties tussen PCB 118 en Dieldrin aan de ene kant en Σ KW, PAK-totaal en PCB som 6 aan de andere kant. Dat is echter verklaarbaar. Immers, het beeld gold (meestal) niet voor de oeverwallokaties. Het is zelfs zo dat, over alle lokaties bekeken, er sterke positieve correlaties tussen Dieldrin ($\alpha < 0,01$) en de andere drie parameters golden!

Dibenz(a-h)anthracen, HCH-b, Heptachloor en Zink vertoonden ieder een eigen verspreidingspatroon dat zich niet duidelijk in een gradiënt laat vangen.

De oostwest-gradiënt (oost > west) die bij de meeste stoffen met name in de kommen werd aangetroffen doet vermoeden dat er t.a.v. deze stoffen één belangrijke bron is, nl. de (Wester)Schelde. Bekend is dat in het westelijk deel relatief meer slib van mariene (westelijke) oorsprong sedimenteert dan in het oostelijk deel. Vergelijking van de gehalten in het slib (wat neerkomt op het vergelijken van naar standaardbodem gecorrigeerde gehalten) kan een aanwijzing geven t.a.v. de richting van de bron van vervuiling. Kijken we dan vervolgens naar de ruimtelijke verspreiding van gecorrigeerde gehalten dan kunnen we naar aanleiding daarvan het volgende opmerken:

Er valt op dat bij de oeverwallen in het oosten geen stoffen in aantoonbaar hogere concentraties voorkwamen dan in het westelijk deel. Dieldrin bereikt juist in het westelijk deel de hoogste concentraties. Bij de kommen treedt een ander beeld op. Hier is er wel sprake van een oostwest-gradiënt met de hoogste concentraties in het oosten. Het betrof met name Σ KW en in mindere mate PCB som 6 en PAK totaal. Dieldrin en ook PCB 118 gaven een duidelijk tegengestelde gradiënt te zien.

Het geobserveerde patroon bij de kommen kan veroorzaakt zijn door de volgende processen. Ten eerste zou er in het oosten relatief meer flu-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

viatiel (zwaarder belast) slib kunnen zijn gesedimenteerd dan in het westen.

Ten tweede is het bekend dat de sedimentatie in het oostelijk deel langzamer verloopt dan in het westelijk deel (Berger & van Eck, 1992). Omdat overall tot even diep bemonsterd is zouden de kernen in het westelijk deel relatief jonger zijn dan in het oostelijk deel. Er zijn aanwijzingen dat in de laatste jaren de kwaliteit van het slib is verbeterd. Dit zal dan met name in de westelijke monsters sterk tot uiting komen.

Ten derde kan er uitloging door regenwater in het spel zijn. Hoe hoger de monsterlokatie, hoe sterker het effect van deze uitloging, omdat er minder overspoeling is. De oeverwallen in het westelijk deel waren hoger dan in het oostelijk deel, de kommen dus waarschijnlijk ook.

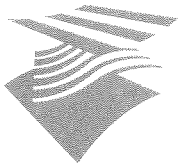
Waarom er bij de oeverwallen geen ruimtelijke trends zichtbaar zijn (behalve bij Dieldrin) laat zich niet gemakkelijk verklaren. De al eerder genoemde processen (uitloging overheerst t.g.v. grofheid van het sediment en de hoge ligging; aeratie) speelden waarschijnlijk een zodanig belangrijke rol op de oeverwallokaties dat er uiteindelijk geen oostwest-trend meer te zien viel.

Een andere verklaring ligt in het feit dat van PAK's, PCB's en gechlorreerde koolwaterstoffen de absolute gehalten in de oeverwallen lager waren dan in de kommen. Ook de organische-stofgehalten waren er veel lager dan in de kommen. Absolute meetfouten worden door de correctiemethode versterkt en door de toegenomen onnauwkeurigheid konden eventuele gradiënten vertroebeld of misschien zelfs verdoezeld worden. Voor zeer lage organische-stofgehalten houdt de correctiemethode een constante aan, waardoor geen goede correctie meer mogelijk is.

Ten aanzien van Dieldrin en PCB 118 lijkt er een duidelijk andere bron dan de rivier de Schelde verantwoordelijk voor de geobserveerde verspreidingspatronen. Mogelijk dat er zich stroomafwaarts één of meerdere lokale bronnen bevonden; het landbouwhaventje bij Paal of het poldergemaal westelijk hiervan.

Verder valt op dat voor PCB som 6, en in mindere mate voor PAK-totaal, in het westelijk deel van Saeftinge geen verschil bestond in de gecorrigeerde gehalten tussen kom en oeverwal en in het oostelijk deel wel. Een verklaring daarvoor is niet gevonden.

Uit de correlatie-analyses tussen de abiotische parameters is gebleken dat ondanks de correctie van de gehalten naar standaardbodem voor vele parameters evengoed nog sterke positieve relaties met het organisch stof-gehalte aangetoond konden worden. De conclusie hieruit zou kunnen zijn dat de methode voor het corrigeren naar standaardbodem niet sluitend is. Kennelijk moet er voor de correctie van organische micro's niet alleen met organische stof maar evenzeer met lutum rekening gehouden worden, of met nog een andere fractie waaraan contaminanten zich kunnen hechten. Dit is reeds onderkend, zie rapport T537 van het Waterloopkundig Laboratorium (1992) en Duijts (in voorbereiding). Voor de zware metalen moet wellicht de verhouding van lutum- en organische-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

stofgehalte voor een standaardbodem in een estuarien milieu worden aangepast.

Op grond van de chemische samenstelling vallen enkele monsterlokaties uit de toon. De kom van punt 12 is zo'n lokatie. De gestandaardiseerde bodem bevatte hier opvallend verhoogde concentraties aan HCH-b, Dieldrin, gechloreerde koolwaterstoffen, EOC1, PCB's en PAK's. Zeer waarschijnlijk is dit terug te voeren op een analyse- of invoerfout bij de bepaling van het TOC-gehalte, die op dit punt opvallend laag was, zeker in vergelijking met de direct bepaalde organische-stofgehalte die wel een in het algemene beeld passende waarde had.

Een ander opvallend punt wordt gevormd door kreek 6. Ook hier zijn bepaalde stoffen in opvallend hoge concentraties aangetroffen, terwijl het beeld meestal zo is dat de laaggelegen kreek- en slikmonsters de laagste gehalten toonden. In dit geval ging het om de parameters HCB, EOC1, PCB's, dibenz(a-h)anthraceen en PAK's. Een analysefout tav. TOC lijkt hier minder waarschijnlijk daar het van TOC afgeleide organische-stofgehalte dezelfde orde van grootte heeft als de direct bepaalde (2,59 tegen 1,8). Een afdoende verklaring kan er niet gegeven worden.

4.2.2. Biotische parameters

De Maturity-index blijkt over Saeftinge ruimtelijk grote verschillen te vertonen, maar een te verwachten relatie met de andere onderzochte parameters is afwezig. Daarom lijkt de MI voor Saeftinge nog geen heldere indicatorische parameter te zijn voor de detectie van vervuiling. Wellicht zijn de concentraties (absoluut en gecorrigeerd) van de contaminanten te laag om biologische effecten te veroorzaken. Dit lijkt echter onwaarschijnlijk daar voor verschillende stoffen lokaties gevonden zijn die volgens de 3e Nota waterhuishouding tot klasse 3 behoren en derhalve behoorlijk vervuild zijn. Bovendien zijn er afgeleide biotische parameters gevonden die wel correlaties met contaminanten vertoonden, zoals met name de evenness van de nematodenfauna. Kennelijk zijn er toch wel biologische effecten. Mogelijk zijn de belangrijkste contaminanten die effecten op de Nematoden-fauna kunnen hebben niet gemeten.

Zoals al eerder gesteld, is de indeling van Nematoden in c-p klassen voor het brakke milieu nog gaande en dient mogelijk nog bijstelling. Bovendien zou het determineren tot op soortsniveau de indeling in c-p klassen kunnen verbeteren en het gemeten signaal (de MI) minder ruis kunnen geven.

De van de Nematoden-fauna afgeleide parameter Evenness geeft als indicator voor vervuiling duidelijk betere aanknopingspunten, althans op Saeftinge.

De oesterlarven-test geeft ook meer aanknopingspunten voor het detecteren van biologisch beschikbare vervuiling. Opvallend is de aange-toonde negatieve correlatie tussen percentage droge stof en het percentage dode en misvormde oesterlarven: hoe lager het droge-stofge-



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

halte, des te meer oesterlarven er in de test misvormd raken of doodgaan.

In vergelijking met een indicator als de Nematodenfauna is de oesterlarventest echter minder geschikt als in-situ toxiciteits-vaststeller daar bij deze test onder andere het sediment uitgeschud wordt. Dientengevolge kan de toxiciteit (de biologische beschikbaarheid van toxicanten) veranderd zijn (Van den Hurk, 1992).

5. Aanbevelingen

Om de, op basis van het onderzoek, veronderstelde gradiënten in de verspreiding van contaminanten op Saeftinge te onderbouwen, dient er inzicht verkregen te worden in de variatie aan gehalten aan contaminanten per monsterpunt. Er moeten dan dus meer monsters per station genomen worden waar de gehalten in bepaald worden.

Om de relevantie van de mogelijke oorzaken van de geobserveerde oost-west-gradiënten in ruimtelijke verspreiding van vele contaminanten te achterhalen dienen van de bemonsterde lokaties de verhouding marien-/fluviatiel slib, de gemiddelde ouderdom van de bovenste 10 cm en de hoogte van de kommen bepaald te worden.

Zoals duidelijk gebleken is valt op dat de oeverwallen en de kommen op Saeftinge duidelijk verschillende biotopen zijn, wat gevolgen heeft voor de verspreiding van de contaminanten en de relaties met biotische parameters. In deze studie zijn alle monsterpunten bij de correlatieanalyses betrokken. Soortgelijke analyses aan deze biotopen apart zouden extra inzichten kunnen verschaffen in de relaties tussen de verschillende gemeten componenten. Wellicht verdwijnen geobserveerde correlaties doordat ze voor een belangrijk deel waargenomen konden worden ten gevolge van de a priori grote verschillen tussen oeverwallen en kommen. Mogelijk worden er zelfs veel sterkere relaties voor één of beide van de biotopen gevonden.

Daarnaast zou onderzocht kunnen worden of transformatie van de gemeten concentraties (bijv. log- of worteltransformatie) de data wel normaal verdeeld doet zijn, zodat een krachtiger toets (Principale Componenten Analyse, Pearson) toegepast kan worden.

Om verdergaand inzicht in de specifieke relaties tussen de verschillende parameters te krijgen zouden nog "relatie-matrices" zoals in bijlage 35 gemaakt kunnen worden en vervolgens de hoogst scorende regressie-vergelijking kunnen worden bepaald.

De toepassing van multivariate statistische technieken ligt bij een dergelijke multivariate dataset voor de hand. Dergelijke technieken zouden in staat kunnen zijn om patronen in de biologische variabelen te verklaren aan de hand van de gemeten omgevingsvariabelen.

Als invoer wordt hierbij gedacht aan van de Nematoda-fauna afgeleide variabelen, in tegenstelling tot wat gebruikelijk is, namelijk de soorten-abundanties. Op deze wijze kan dan onderzocht worden hoe de verschillende afgeleide parameters zich ten opzichte van elkaar en de



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

omgevingsvariabelen gedragen en wat het indicatorische belang van de gekozen parameters is.

Nadere analyses en eventueel aanvullend onderzoek (aan wellicht nog niet gemeten parameters of combinaties van parameters, bijv. sommatie zware metalen) door nematologen zou de bruikbaarheid van de Nematoden-fauna als indicator van toxiciteit kunnen aantonen en de geobserveerde patronen van die fauna t.a.v. de toxiciteit op Saeftinge goed kunnen verklaren. Ook het meten van de saliniteit zou een belangrijke aanvulling kunnen betekenen.

Tot slot verdient het aanbeveling om bij het beschikbaar komen van een nieuwe correctie-methode alle correlaties opnieuw te bepalen.



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

6. Referenties

Berger, G. W. & G. T. M. van Eck. Sediment accumulation rates in salt marshes of the Scheldt estuary, S.W. Netherlands, as determined by $^{134/137}\text{Cs}$ and ^{210}Pb .

Bongers, A. M. T. & Y. Claassen, 1991. Bepaling van de effecten van toxicanten op de nematodenfauna van het land van Saeftinghe. Mededeling nr. 248, Landbouwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Nematologie.

Claassen, Y., 1991. Effecten van verontreinigd sediment op de nematodenfauna van het Land van Saeftinghe. Studentenverslag Vakgroep Bodemkunde & Geologie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Duijts, 1993 (in voorbereiding). Problemen met standaardbodemmethodiek in mariene sedimenten. Rapport Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990. Basisrapport derde Nota waterhuishouding. Waterbodems.

Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1990-1991. Notitie "Milieukwaliteitsdoelstellingen bodem en water" (MILBOWA). Kamerstukken II, 1990-1991, 21 990, nr. 1

Rijkswaterstaat Dienst Binnenwateren/RIZA, 1988. Baggerspecie en waterbodemproblematiek. Stand van zaken. Nota DBW/RIZA 88.034, Lelystad/Den Haag.

Van den Hurk, P., 1992. De toxiciteit van sedimenten uit het Verdrunken Land van Saeftinghe, getest met larven van de Japanse oester *Crassostrea giga*. Bureau Waardenburg BV Rapport 92.27, Culemborg.

Verwerking Hydrografie, 1991. Bodembemonstering Land van Saeftinghe. Notitie ZLMD-91.N.054, Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Meetdienst Zeeland.

Waterloopkundig Laboratorium, 1992. Normering van mariene sedimenten: vertaling concentraties gemeten in fractie $63\ \mu\text{m}$ gecorrigeerd naar gehalten voor samenstelling standaardbodem. WL rapport nr. T537, Delft.



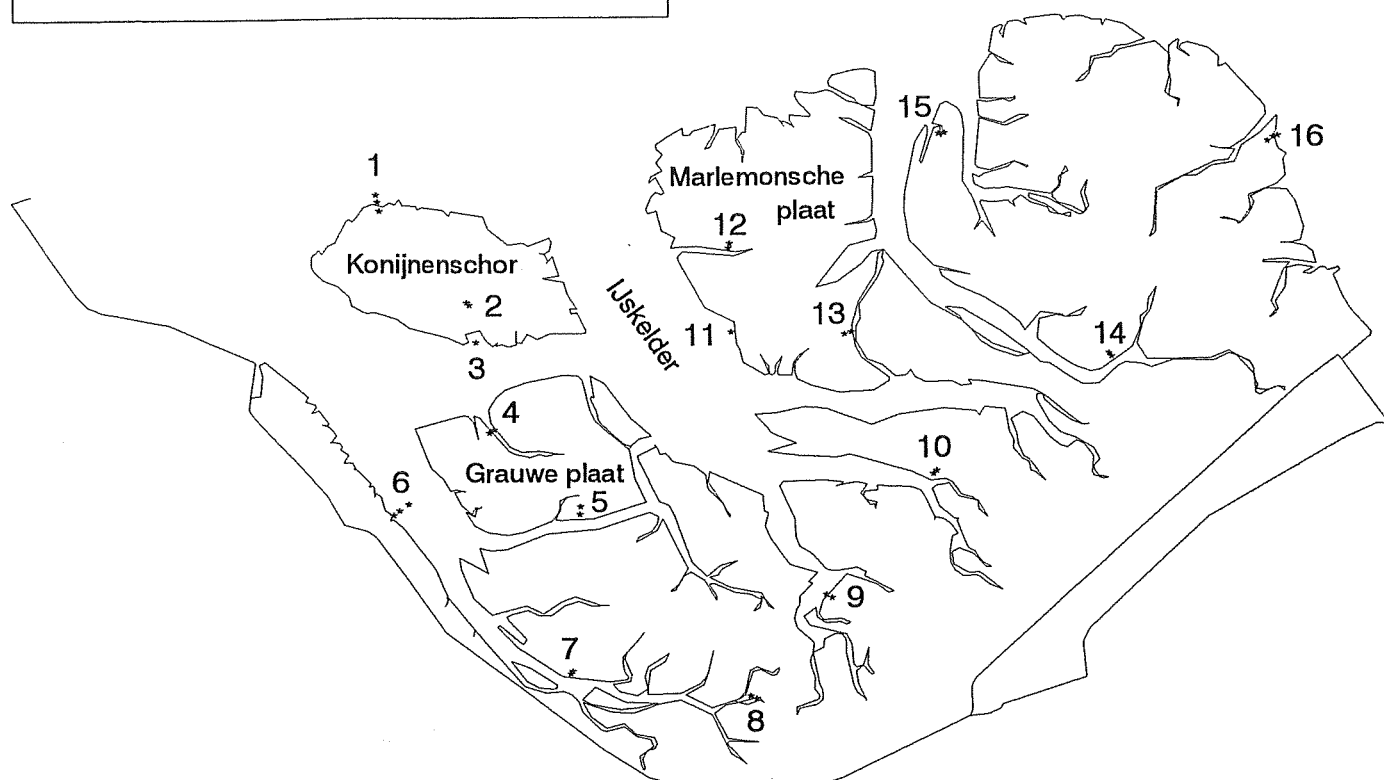
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Getijdewateren

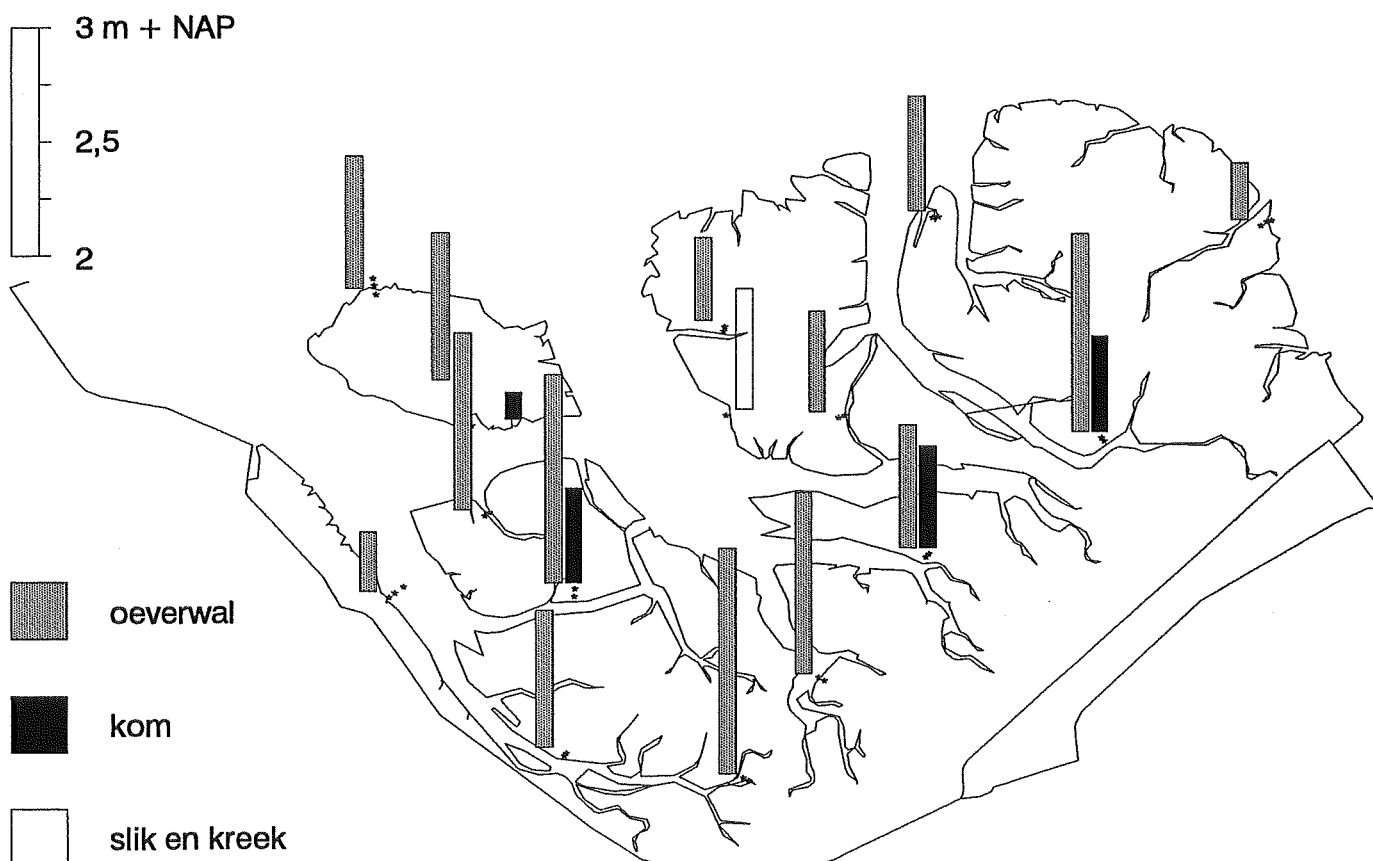
Lijst van bijlagen

1	-	Monsterlokaties Saeftinge
2	-	Ruimtelijke verdeling van de hoogte (tov NAP)
3	-	" " fractie < 2 μm
4	-	" " fractie < 63 μm
5	-	" " organische stof
6	-	" " TOC
7	-	" " droge stof
8	-	" " Calciet
9a en b	-	" " Zink
10a en b	-	" " HCB
11a en b	-	" " HCH-b
12a en b	-	" " Heptachloor
13a en b	-	" " Dieldrin
14a en b	-	" " Σ KW
15a en b	-	" " EOCL
16a en b	-	" " PCB som 6
17a en b	-	" " PCB 118
18a en b	-	" " Dibenz(a-h)anthraceen
19a en b	-	" " PAK's totaal
20	-	" " Dichtheid Nematoda
21	-	" " Evenness Nematoda
22	-	" " Diversiteit (Shannon-Weaver index)
23	-	" " Taxa
24	-	" " Nematoda c-p klasse 1
25	-	" " Nematoda c-p klasse 2
26	-	" " Nematoda c-p klasse 3
27	-	" " Nematoda c-p klasse 4
28	-	" " Nematoda Maturity Index
29	-	" " Nematoda ratio voedingstypes %1b/%2a
30	-	" " Nematoda voedingstypoe 1a
31	-	" " Nematoda voedingstype 1b
32	-	" " Nematoda voedingstype 2a
33	-	" " Nematoda voedingstype 2b
34	-	" " resultaten oesterlarventest
35a, b en c	-	Plots van relaties tussen (ongecorrigeerde) fysische en chemische parameters

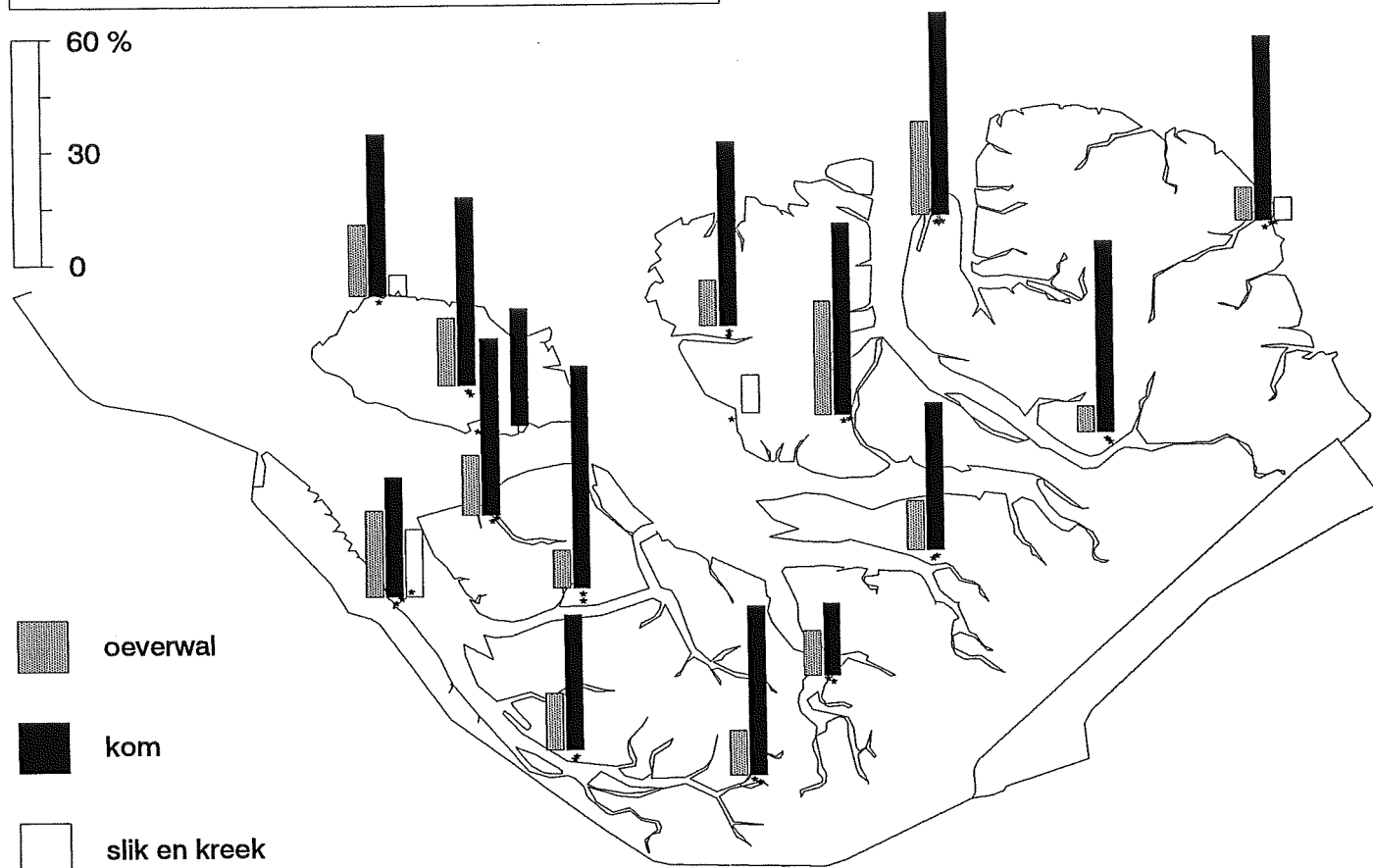
Monsterlokaties Saeftinge



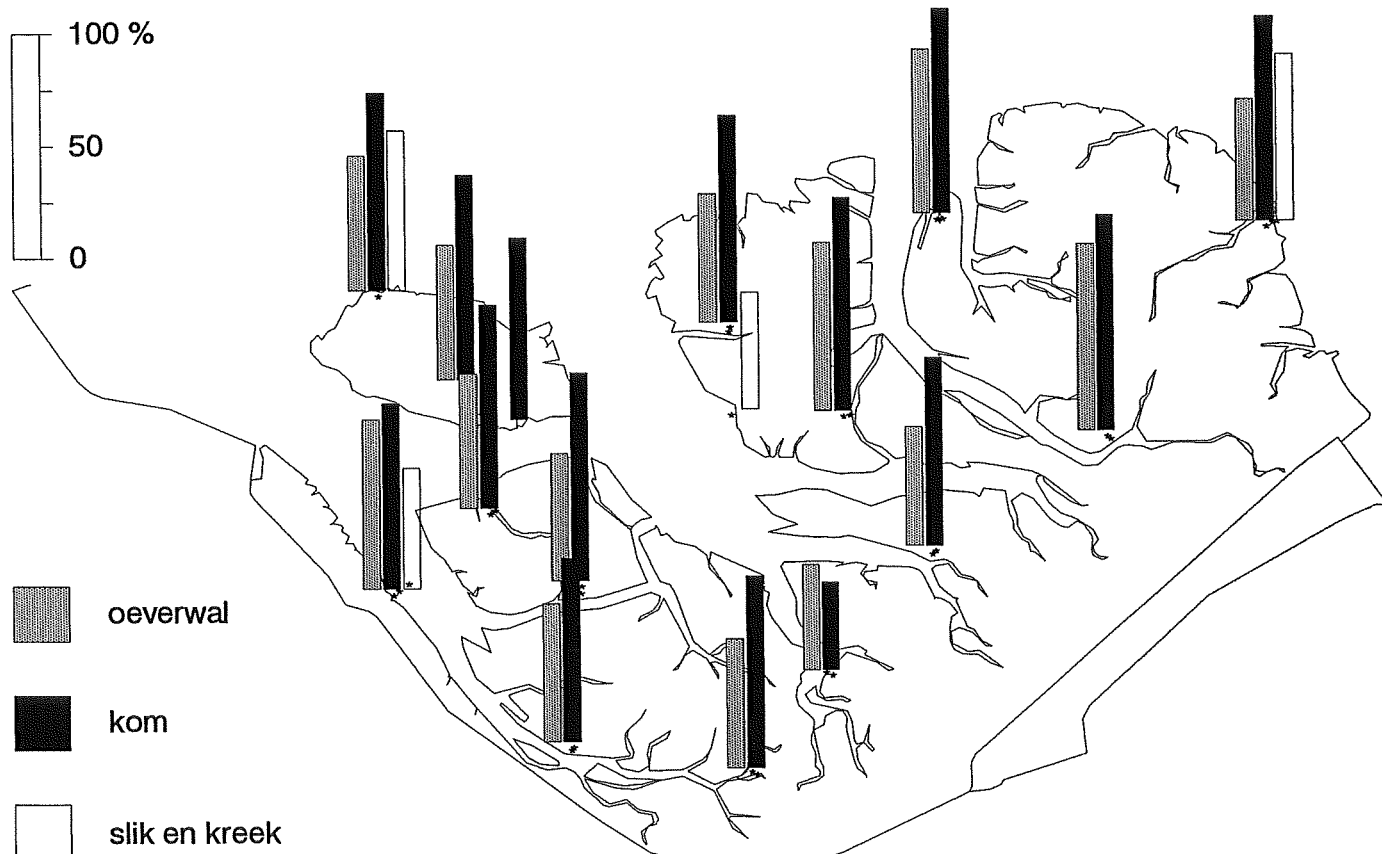
Hoogte (m t.o.v. NAP)



Fractie < 2 μm (% droge stof)

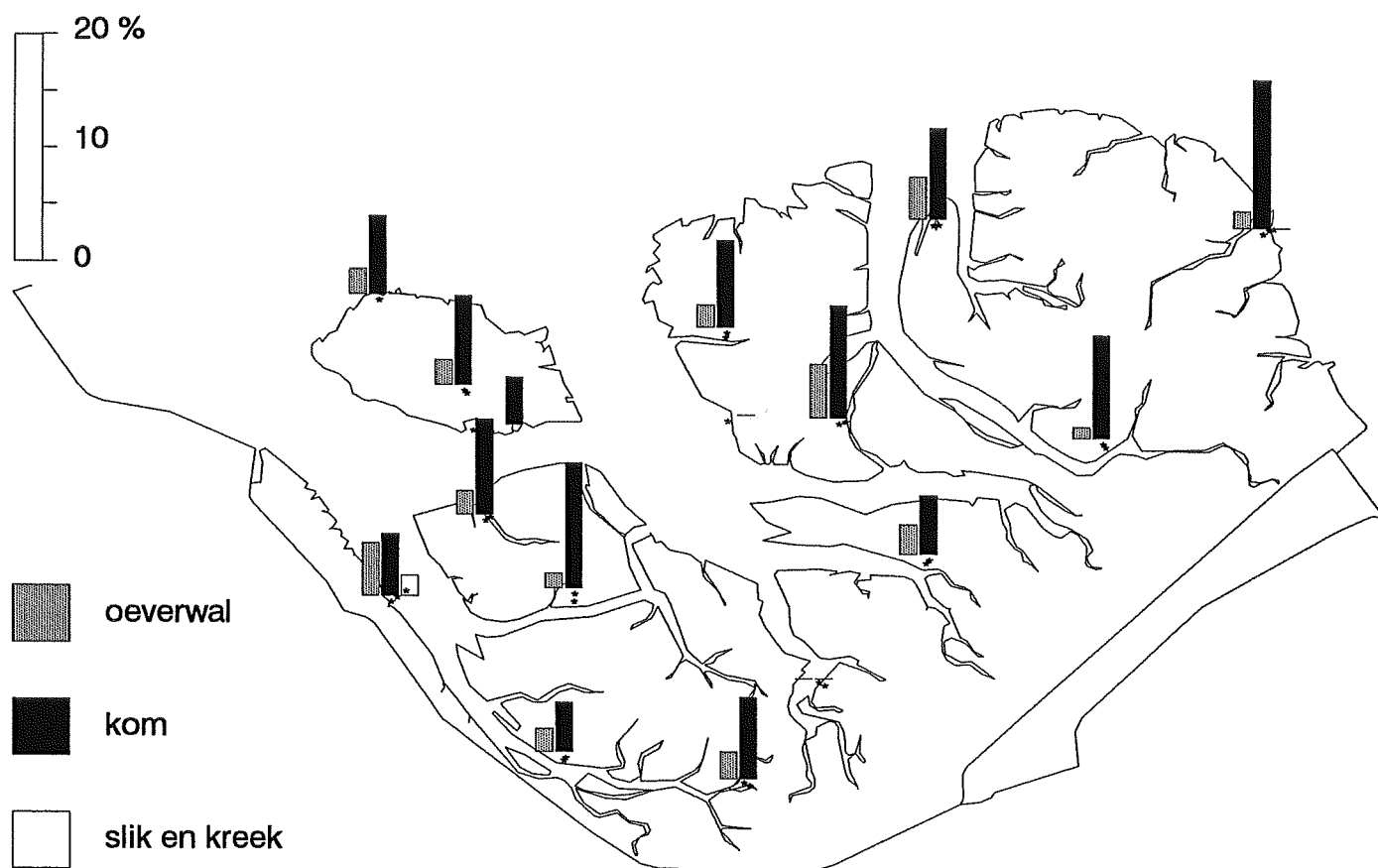


Fractie < 63 μm (% van droge stof)



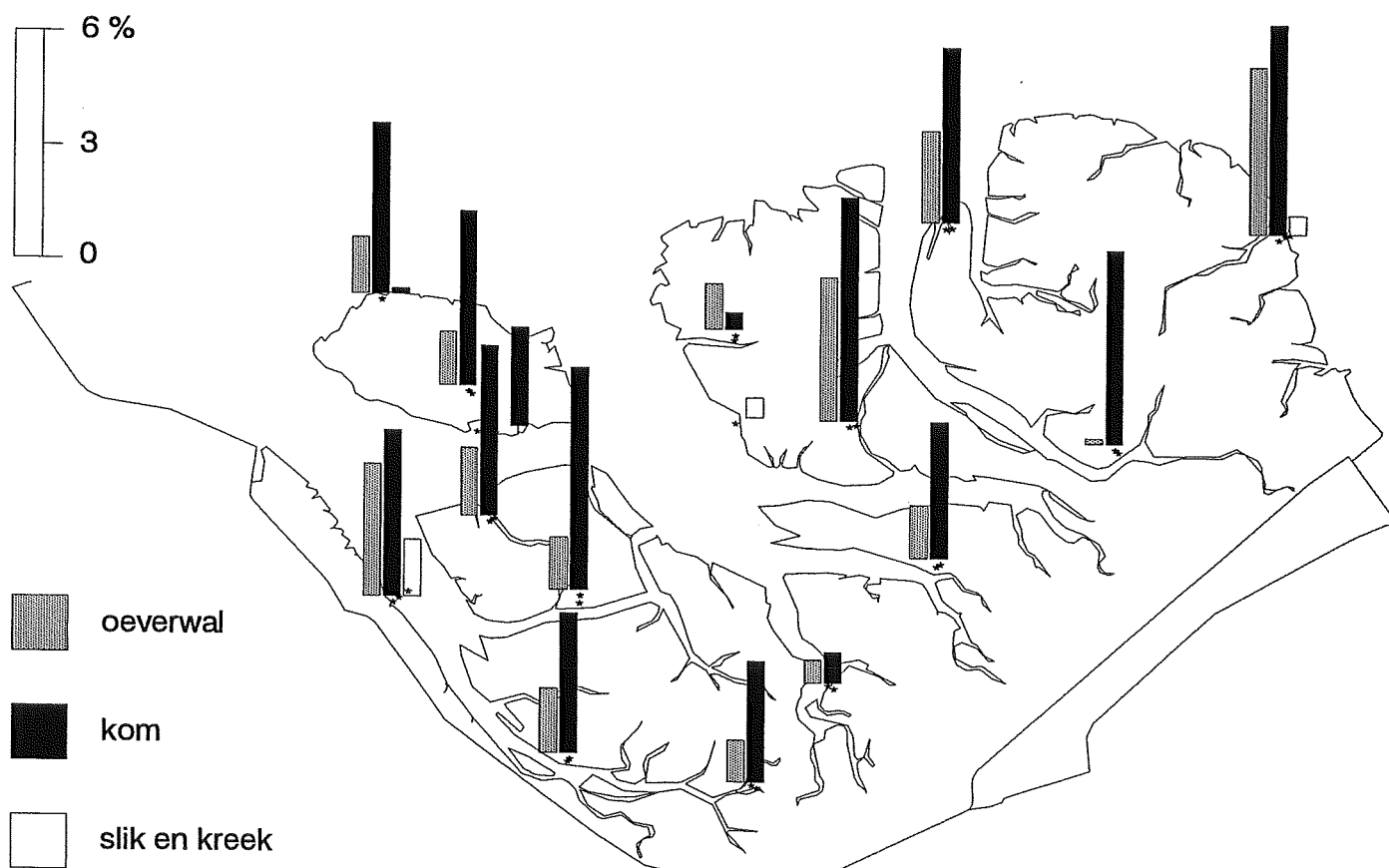
Organische stof (% droge stof)

Bijlage 5



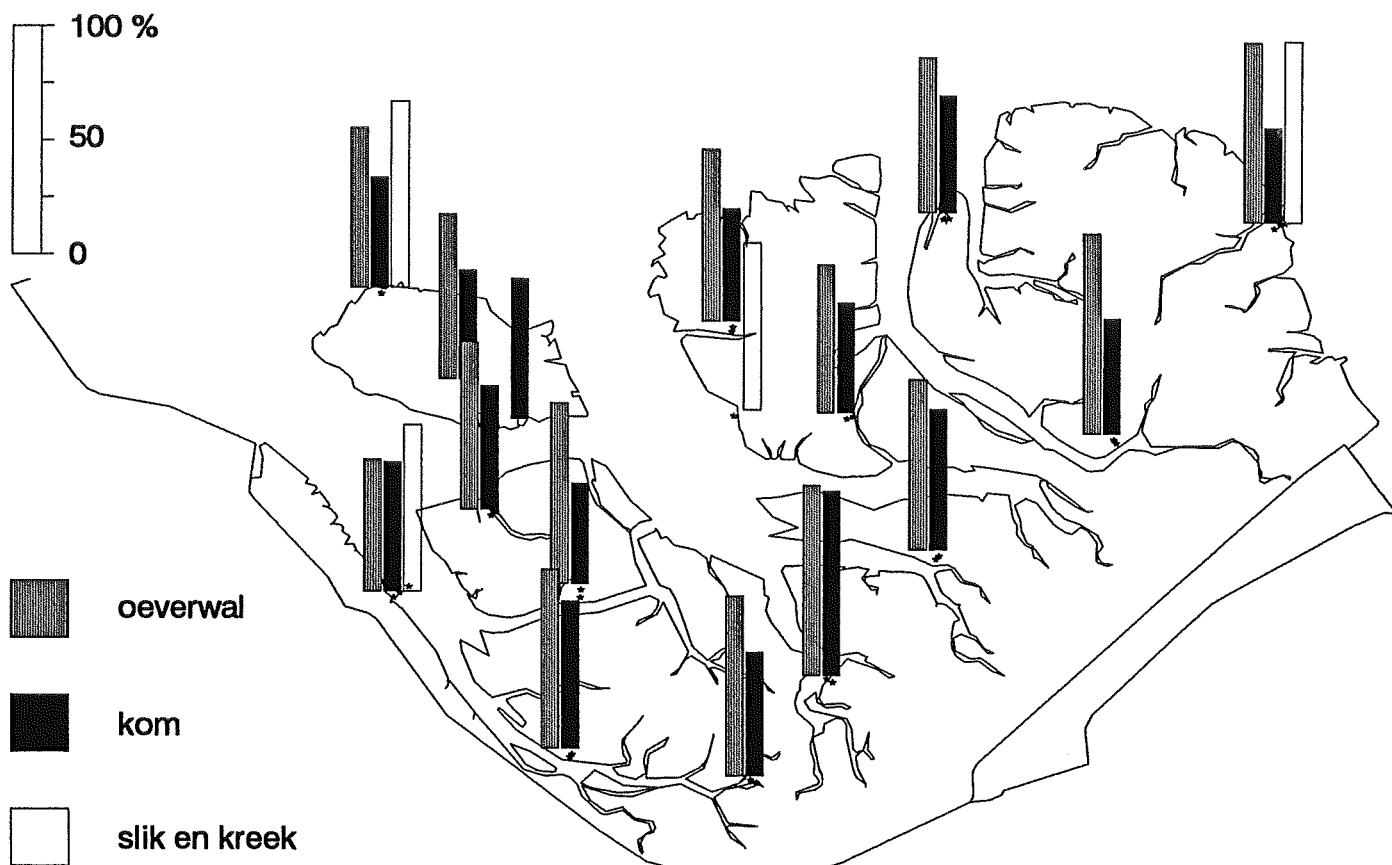
TOC (% droge stof)

Bijlage 6



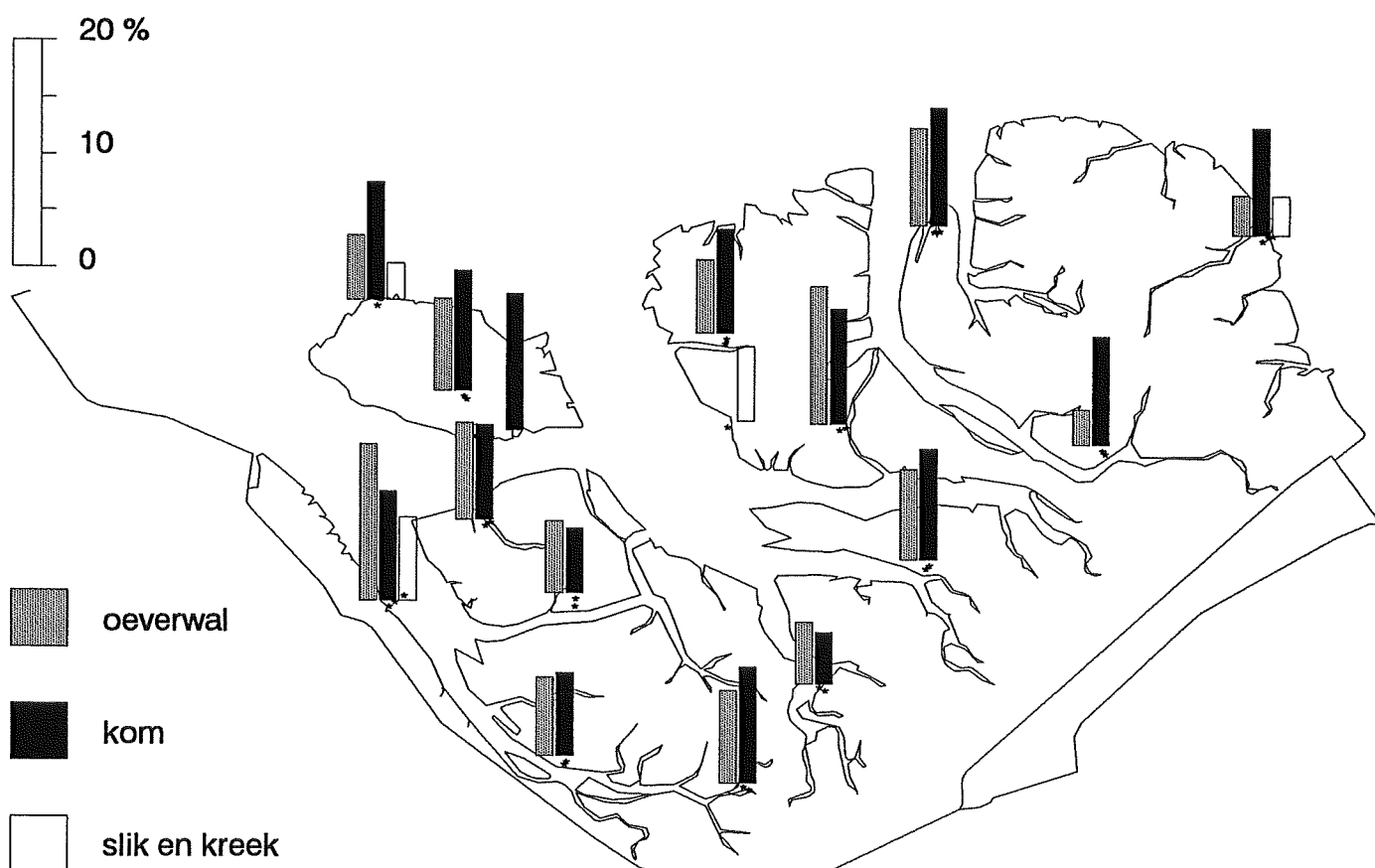
Droge stof (%)

Bijlage 7



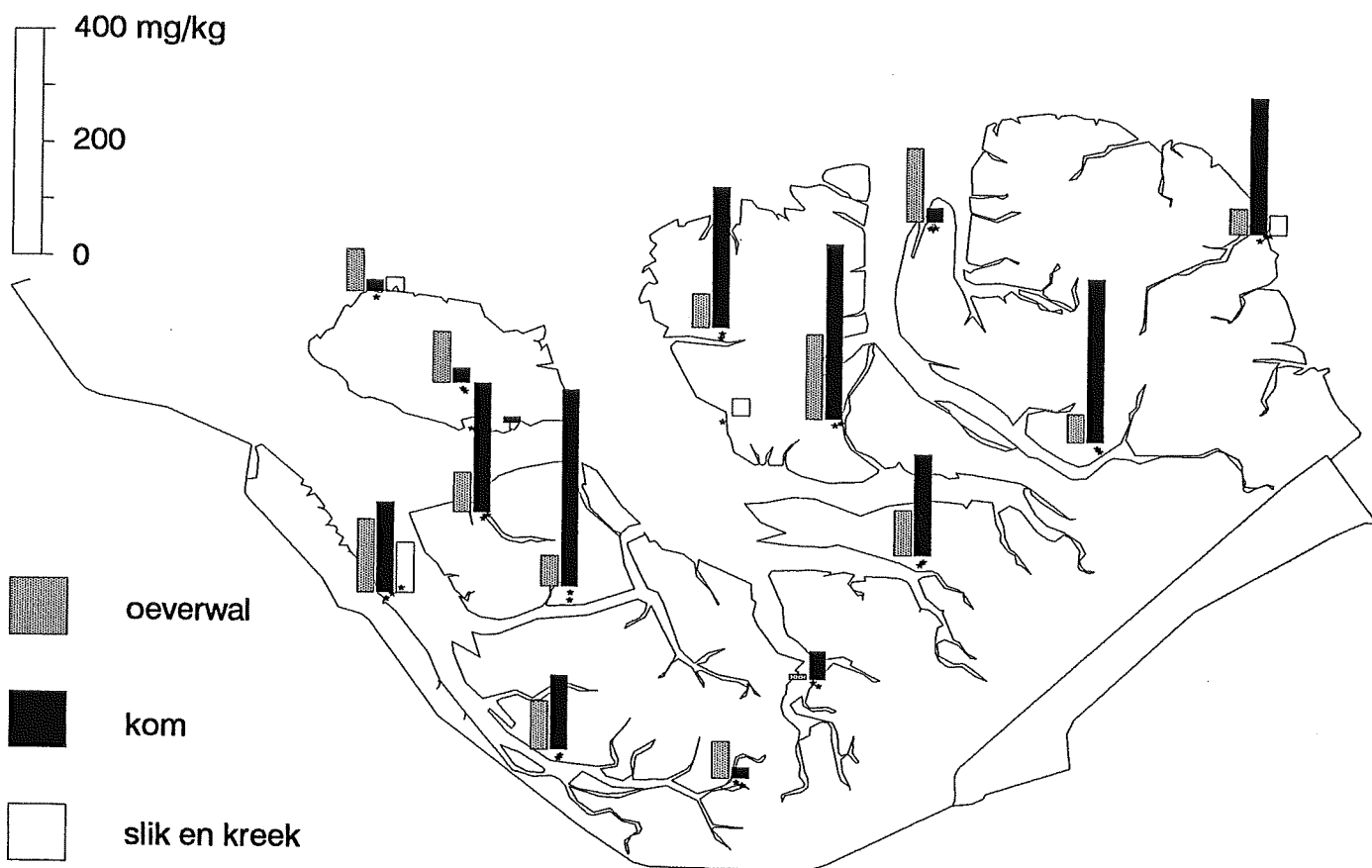
Calciet (% van droge stof)

Bijlage 8



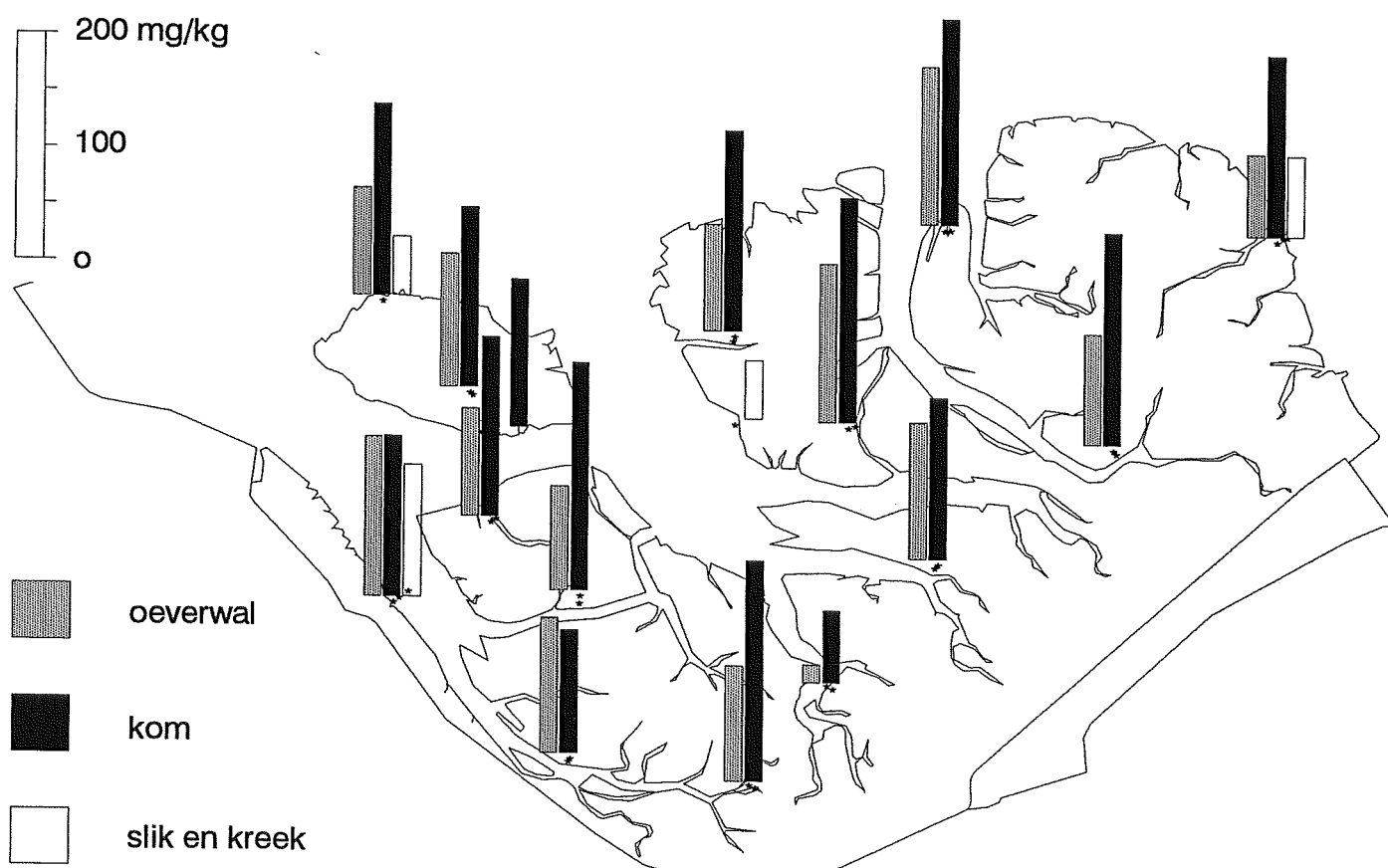
Zink (mg/kg droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 9a



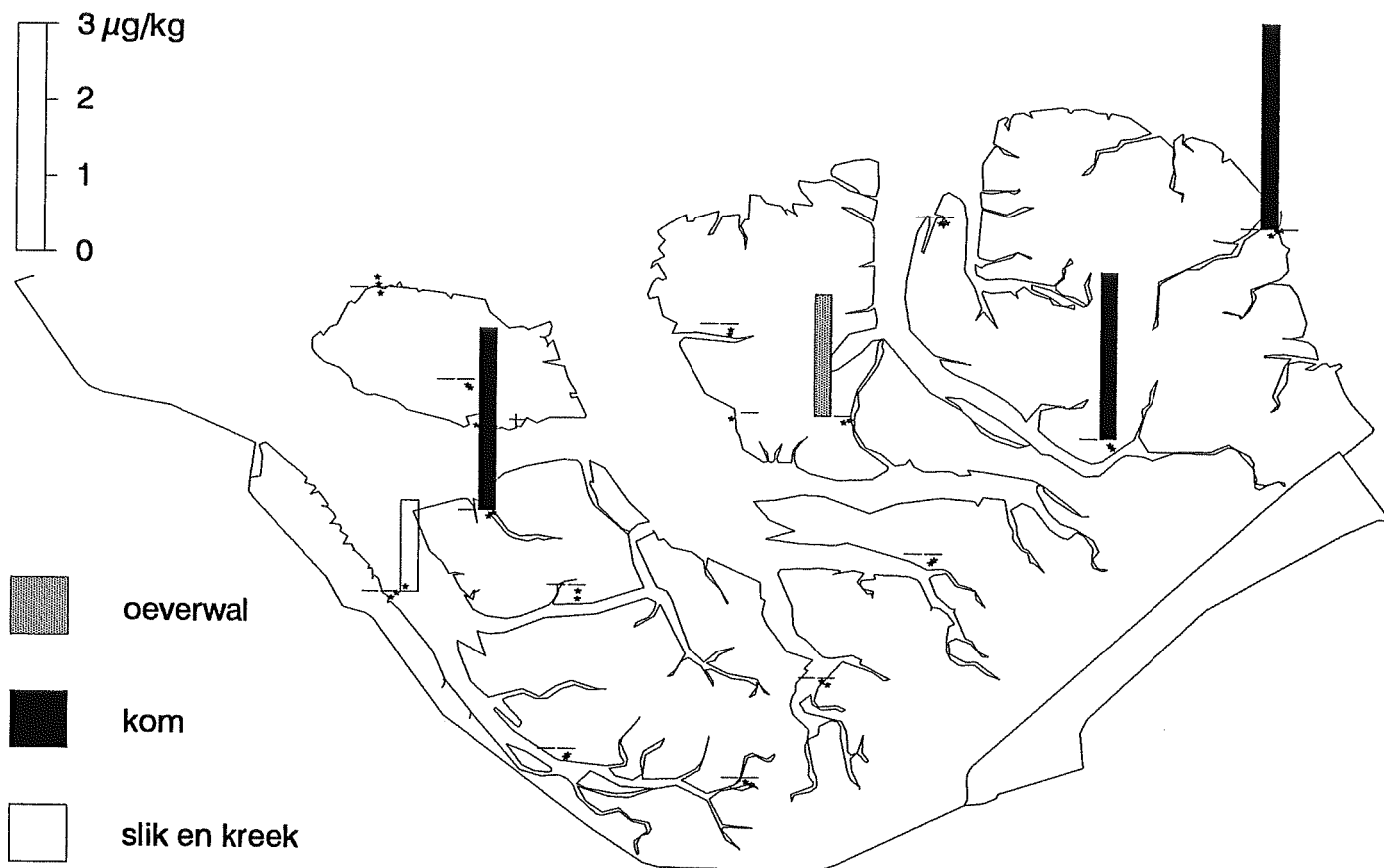
Zink (mg/kg droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 9b



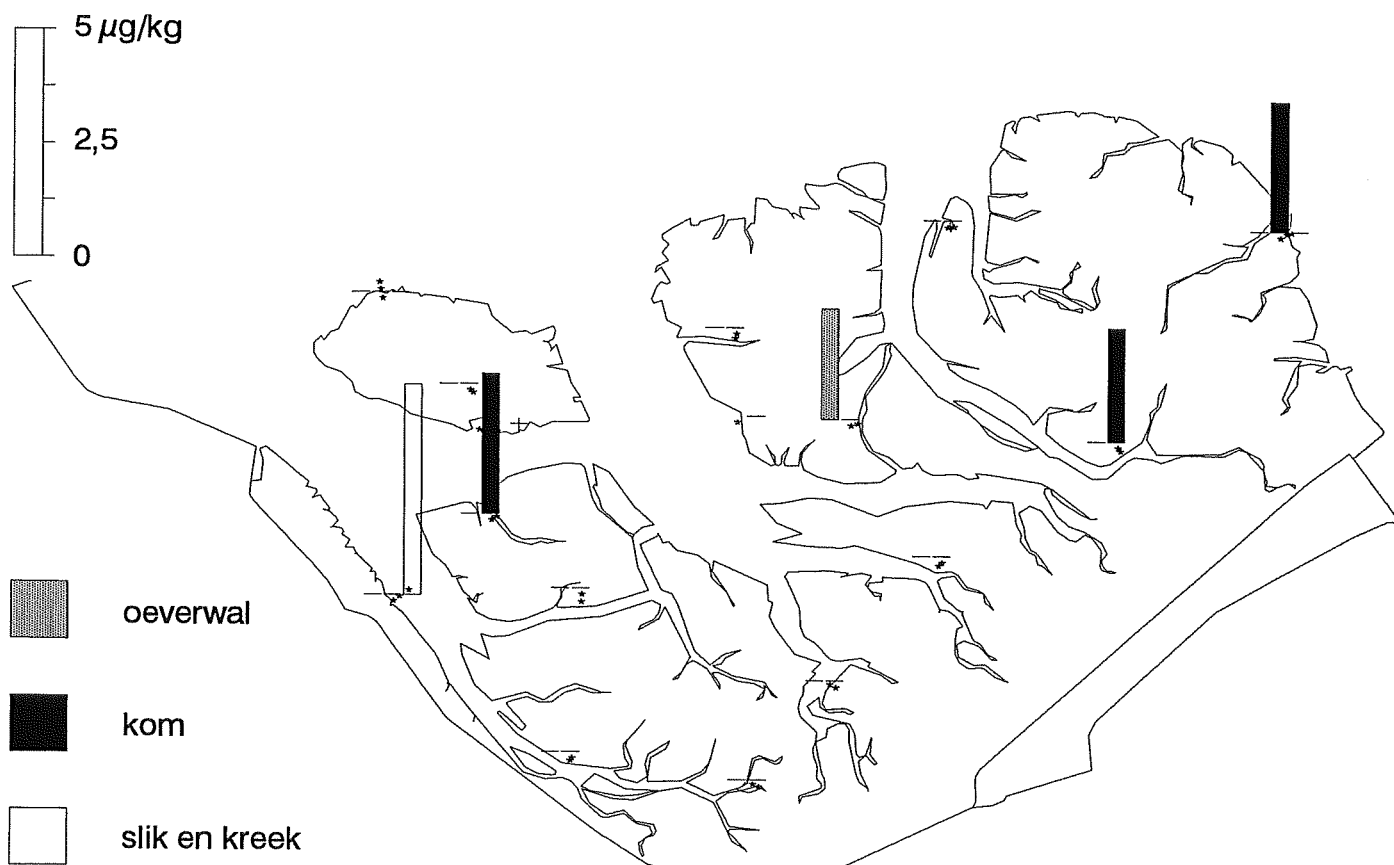
HCb ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 10a



HCb ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 10b



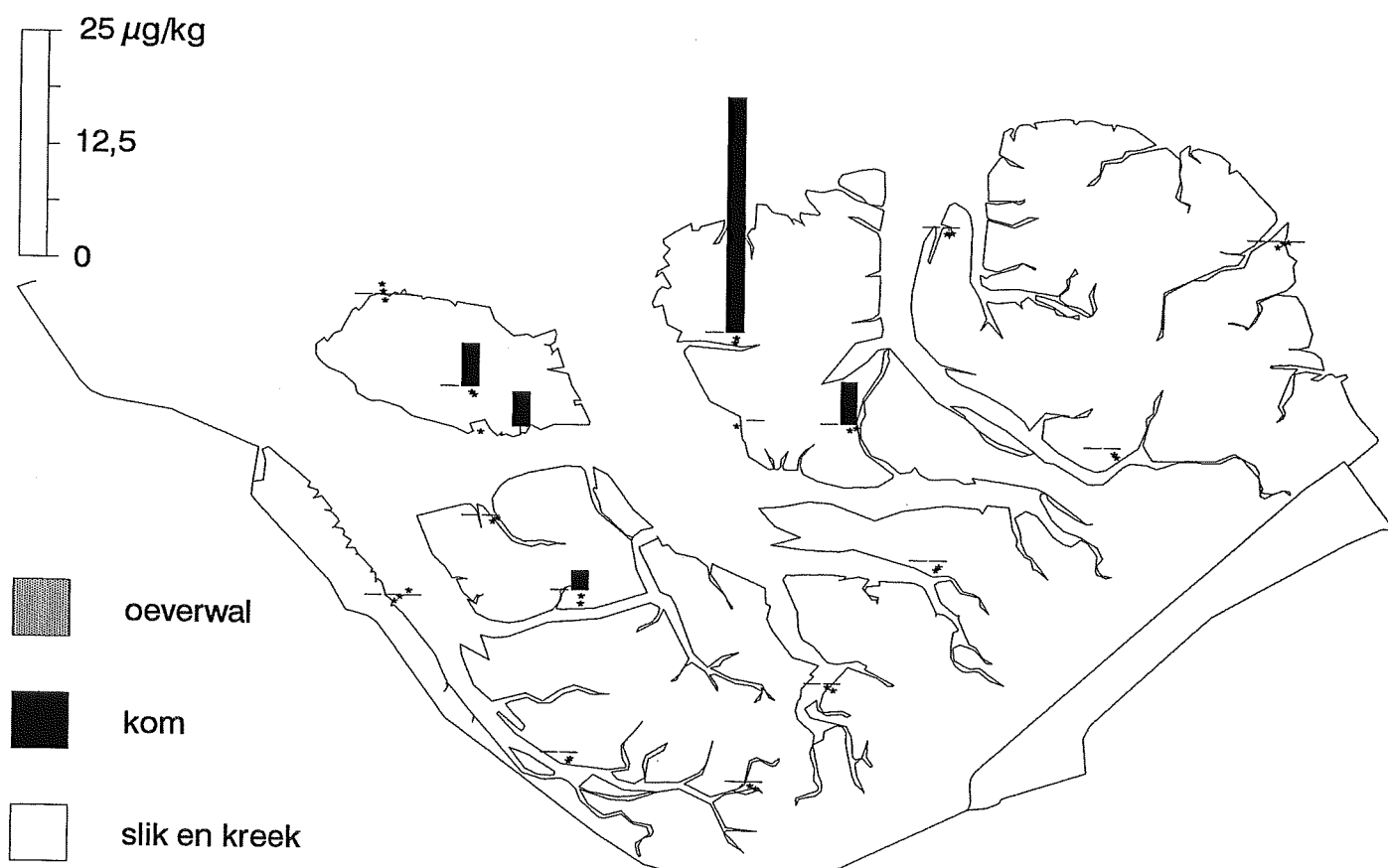
HCH-b ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 11a



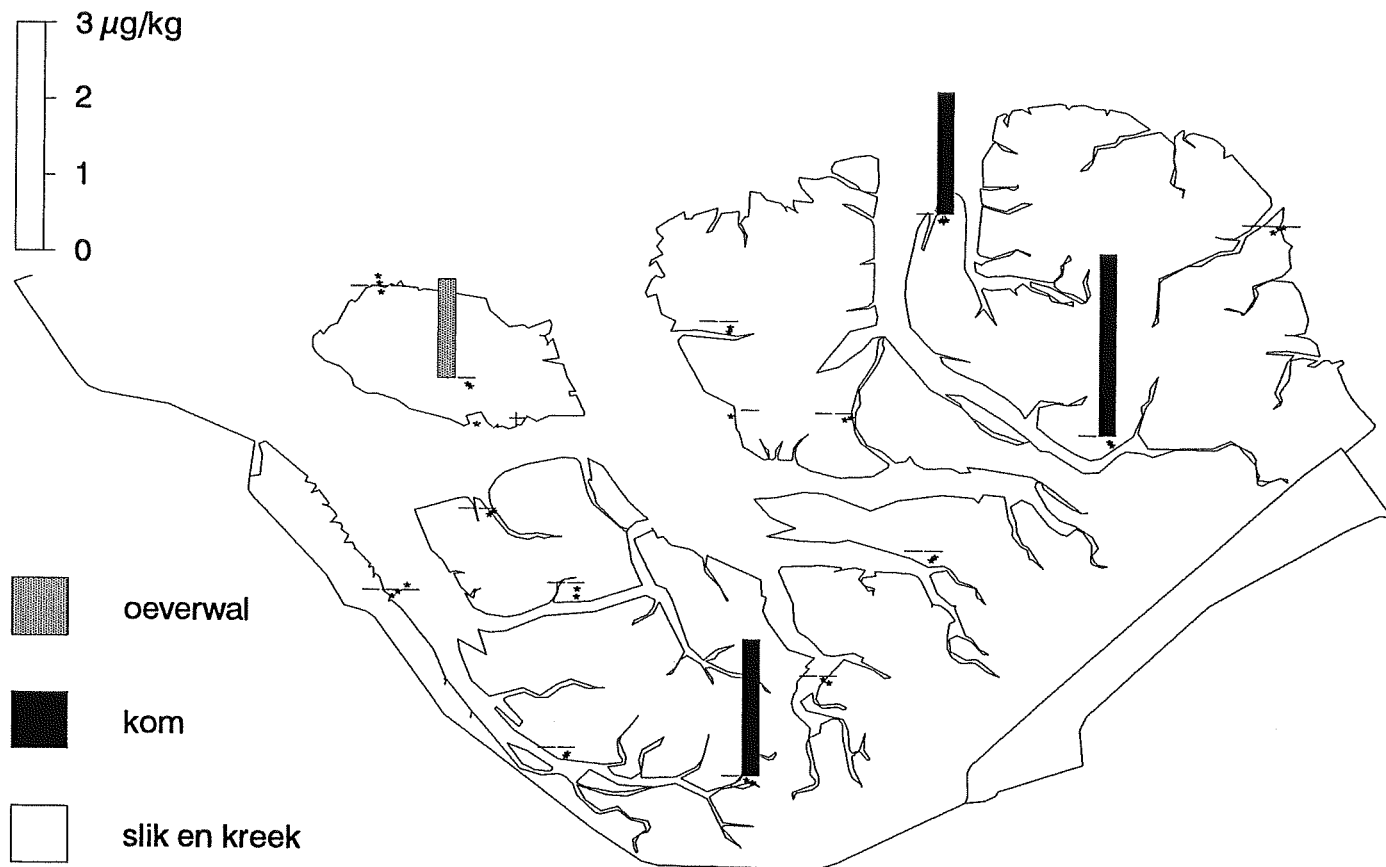
HCH-b ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 11b



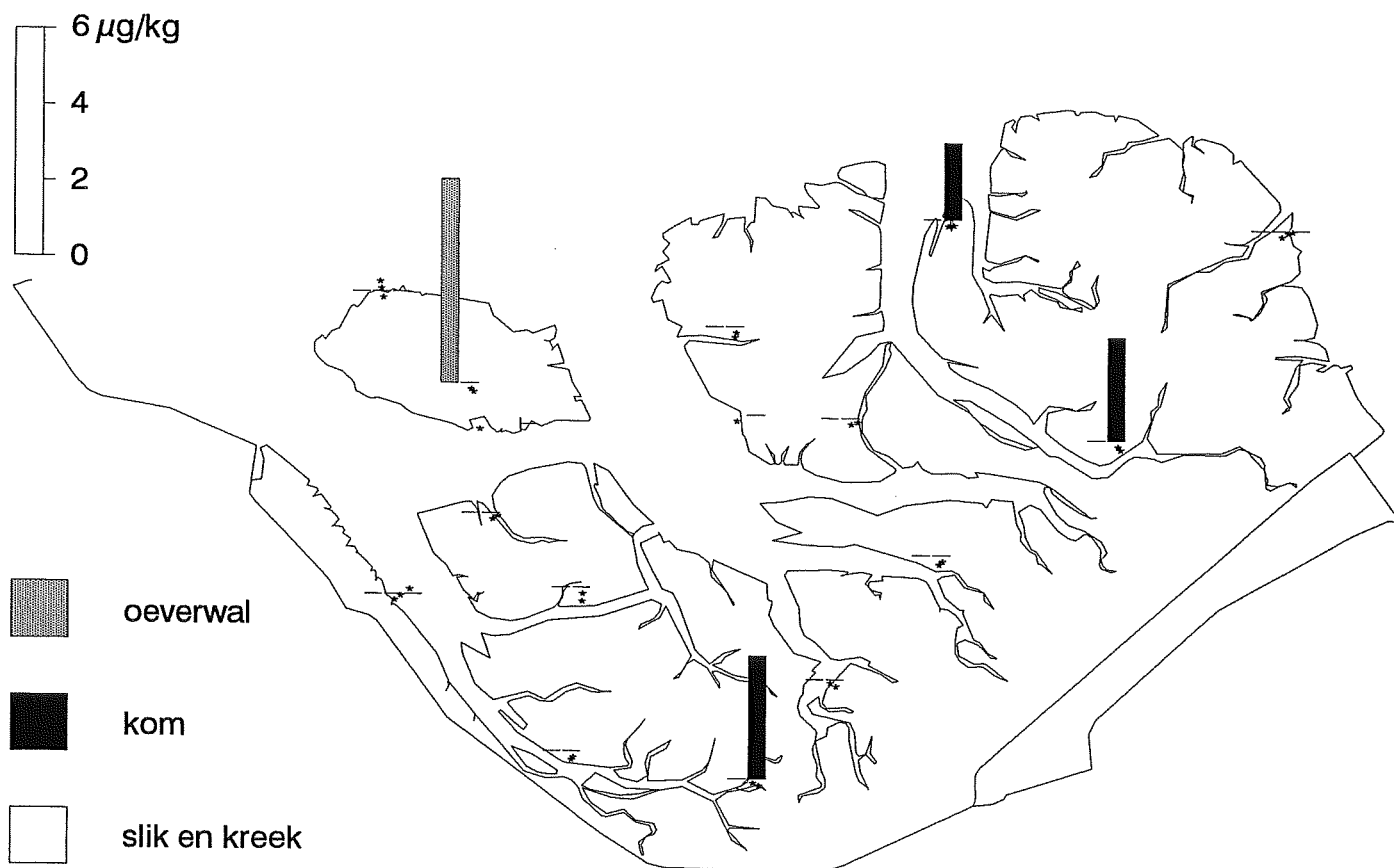
Heptachloor ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 12a



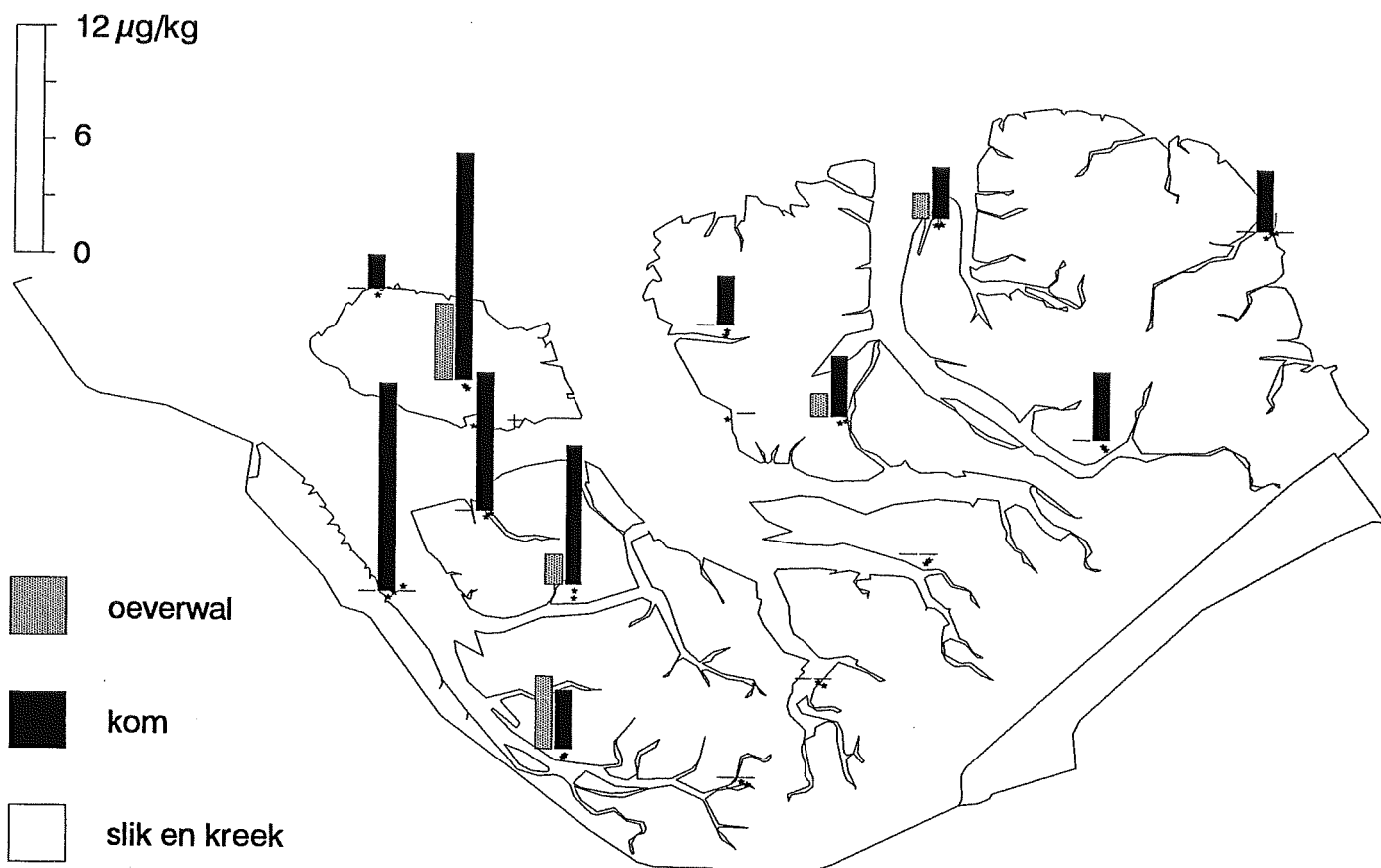
Heptachlor ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 12b



Dieldrin ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 13a



Dieldrin ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 13b



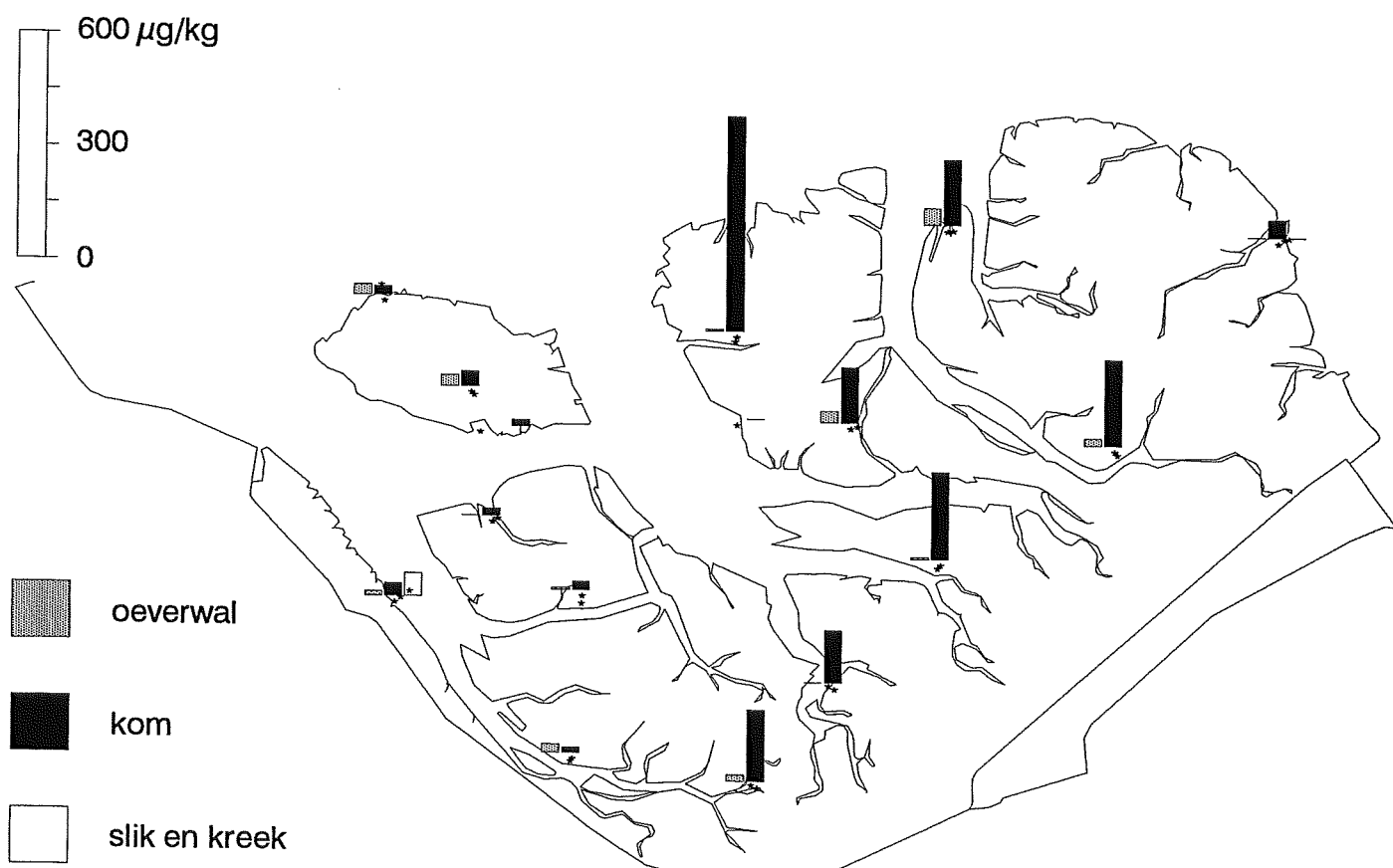
Σ KW ($\mu\text{g/kg}$ droge stof)
ongecorrigeerde data

Bijlage 14a



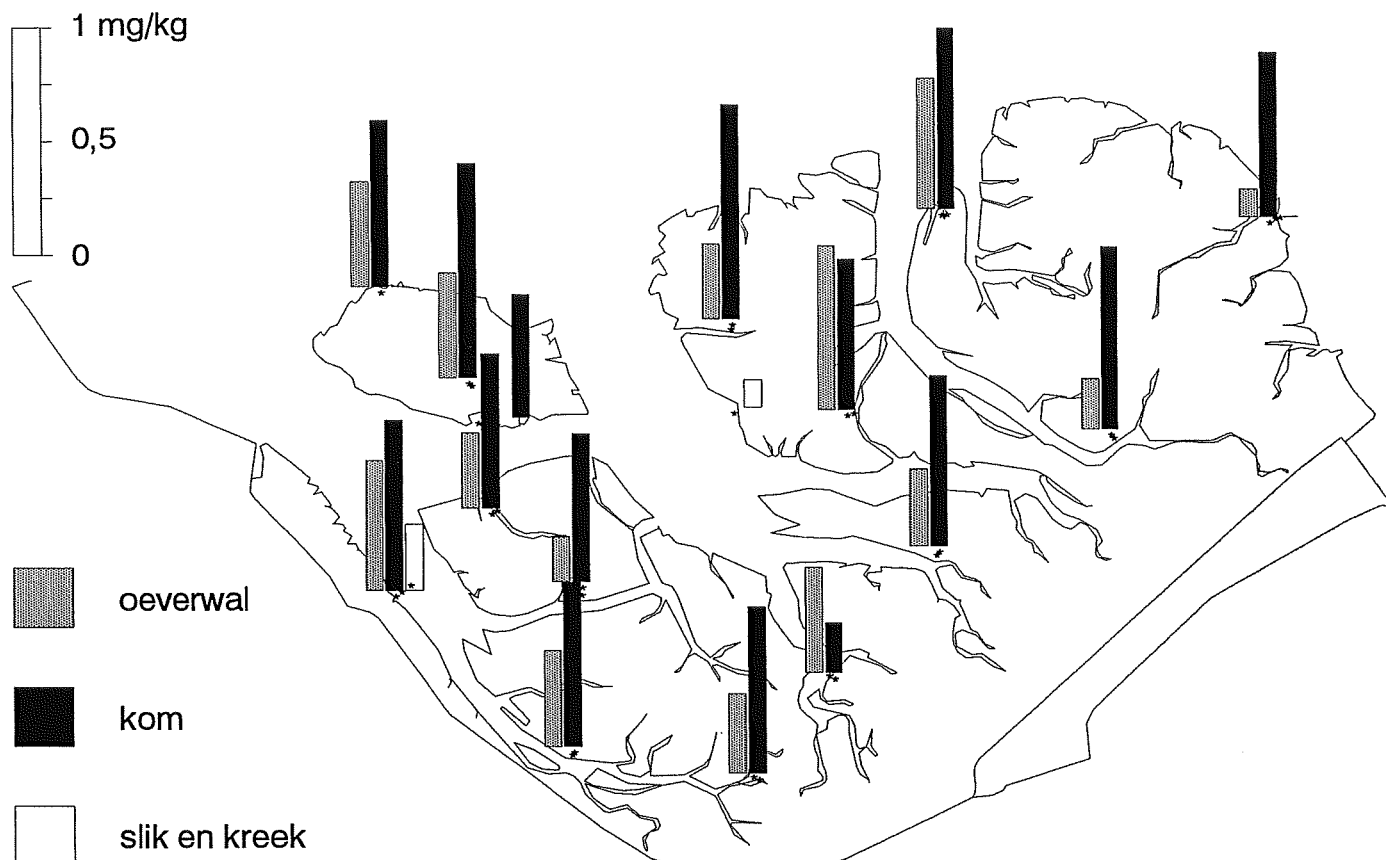
Σ KW ($\mu\text{g/kg}$ droge stof)
gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 14b



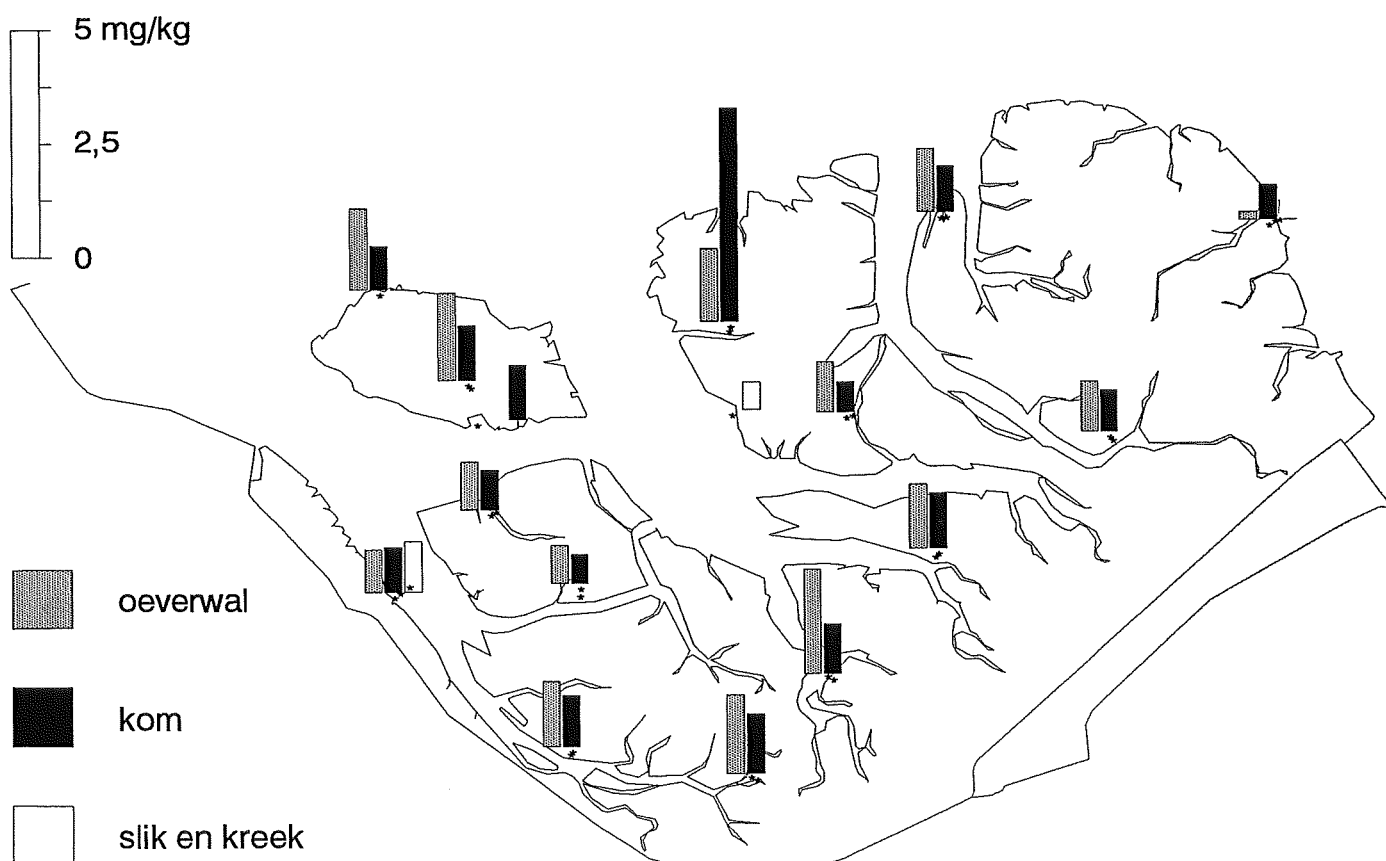
EOCI (mg/kg droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 15a



EOCI (mg/kg droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

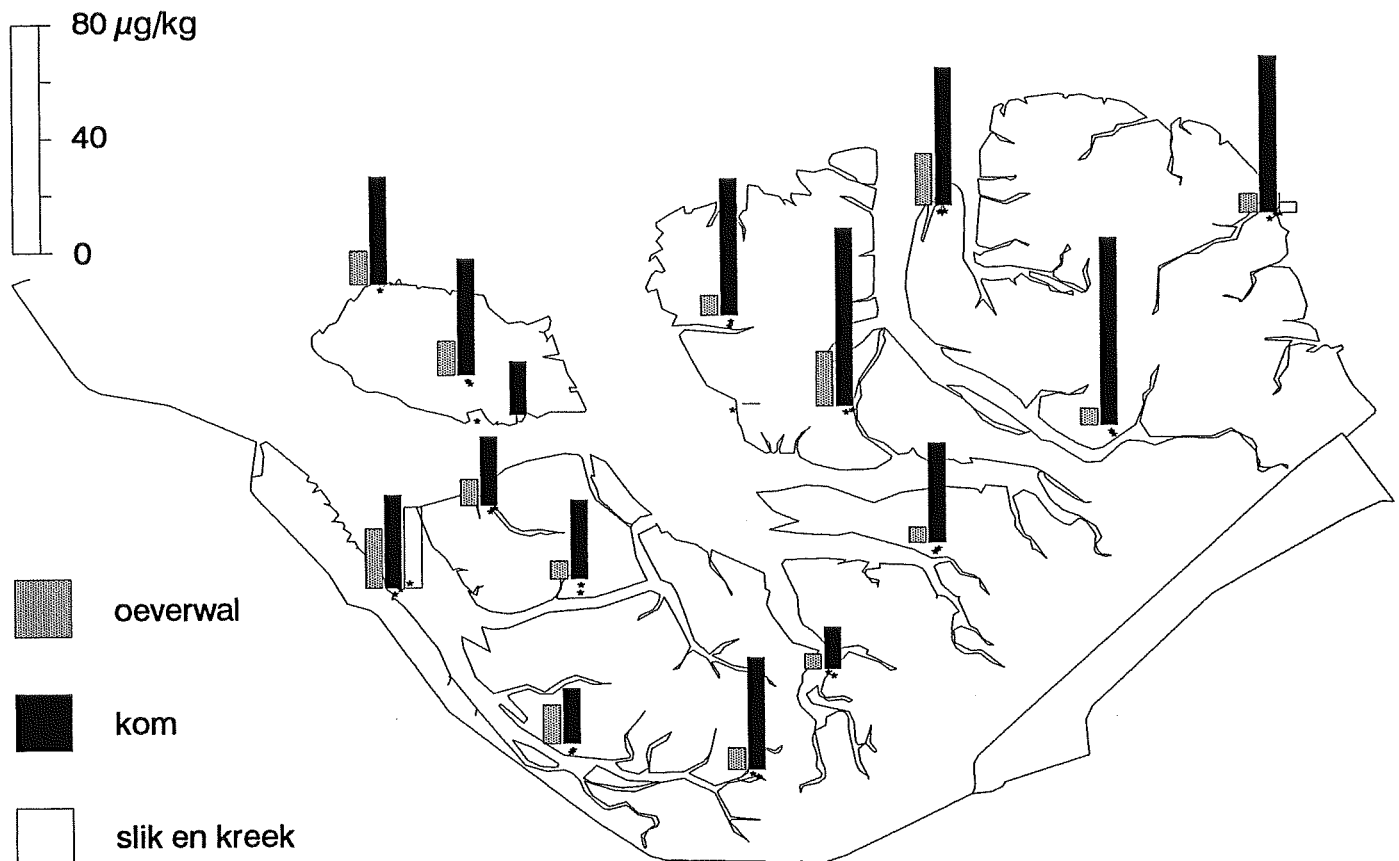
Bijlage 15b



PCB som 6 ($\mu\text{g/kg}$ droge stof)

ongecorrigeerde data

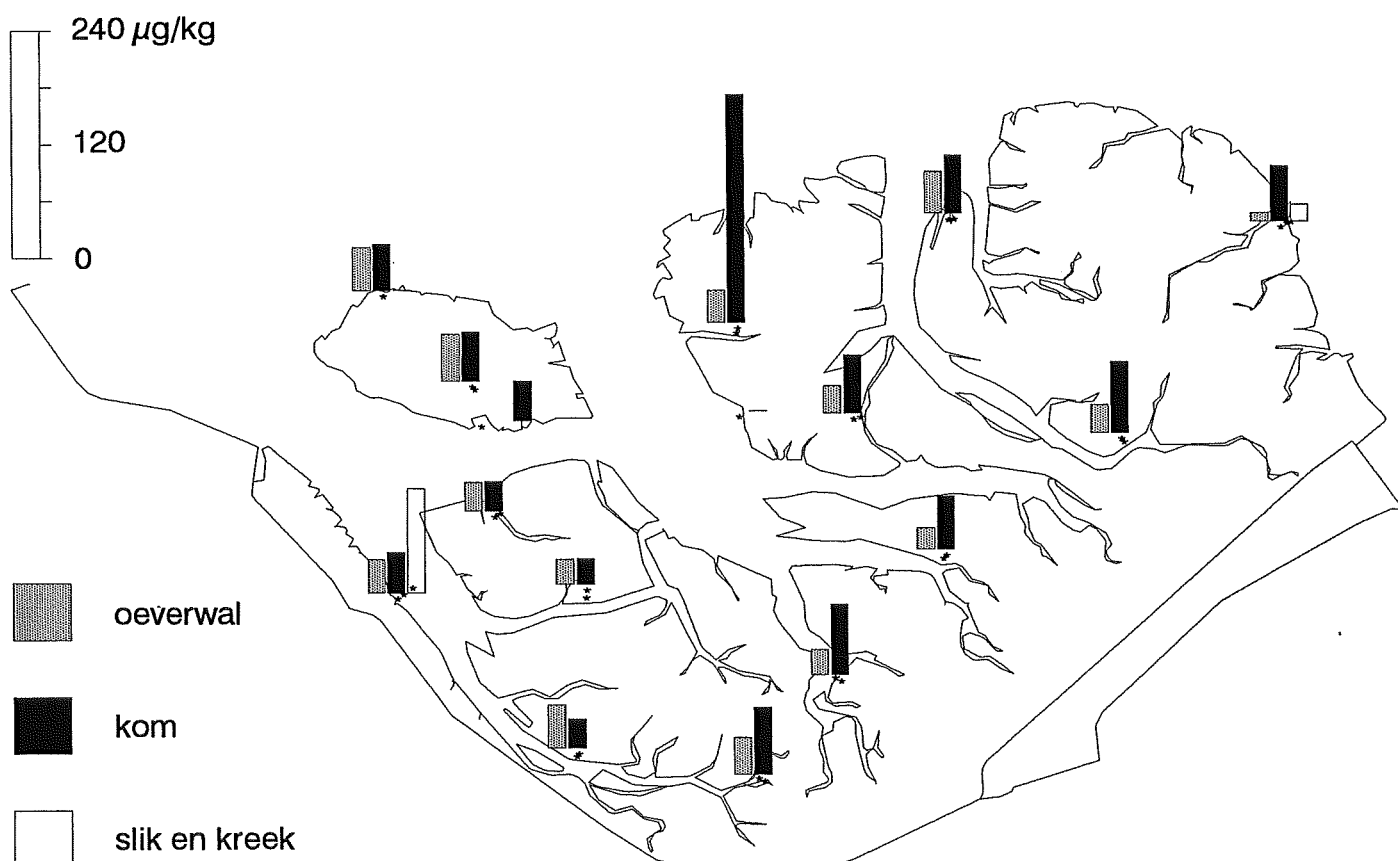
Bijlage 16a



PCB som 6 ($\mu\text{g/kg}$ droge stof)

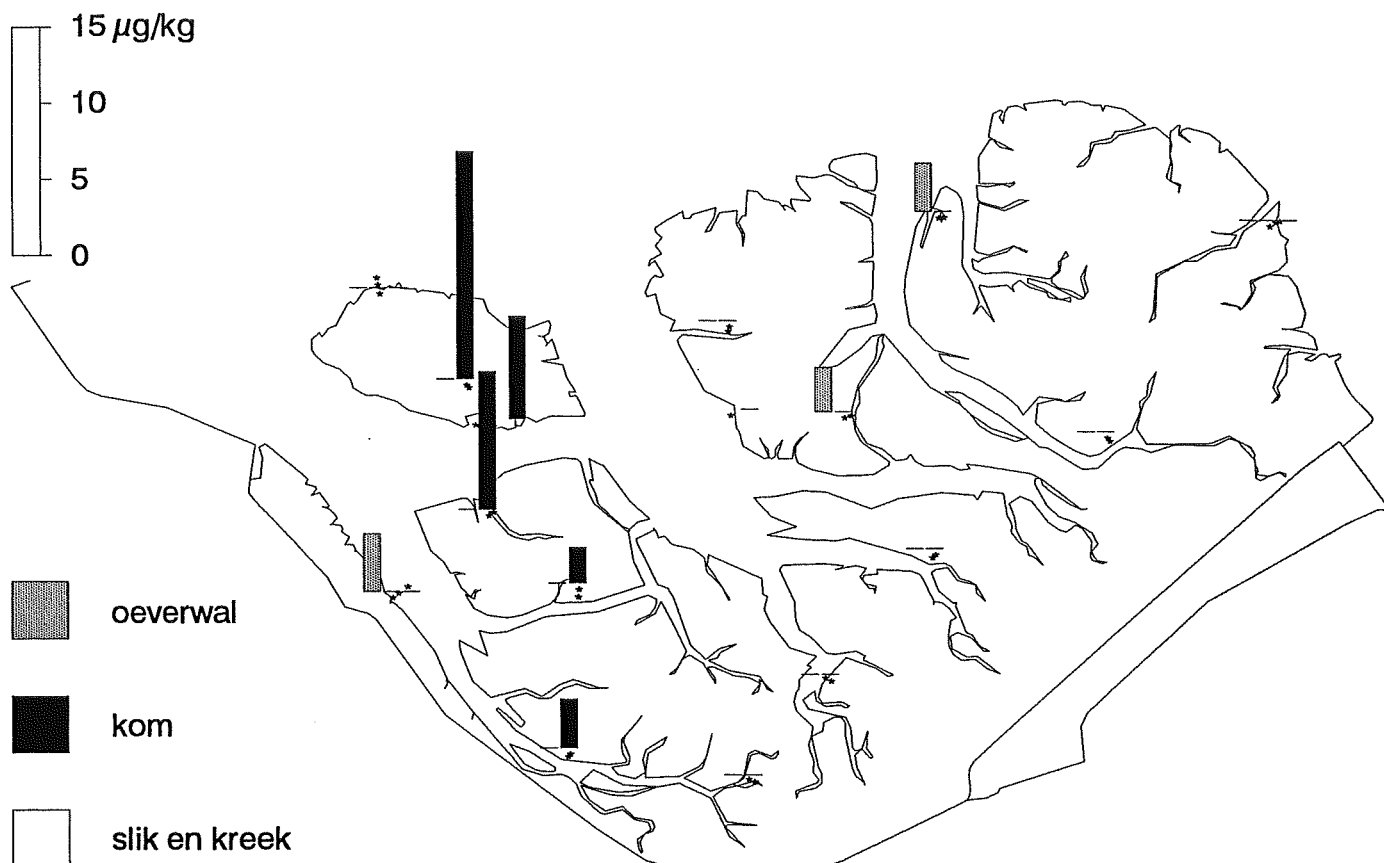
gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 16b



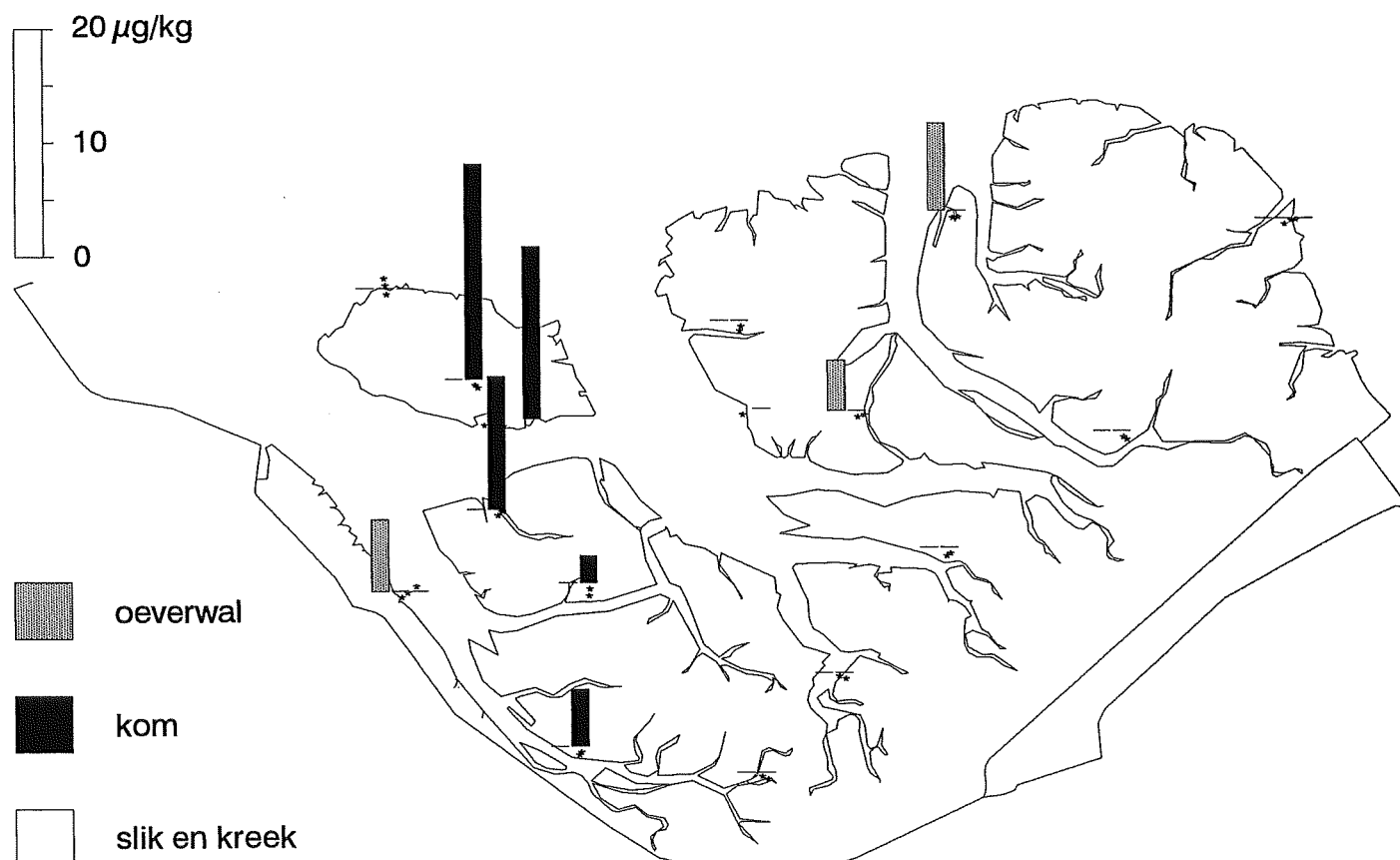
PCB 118 ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 17a



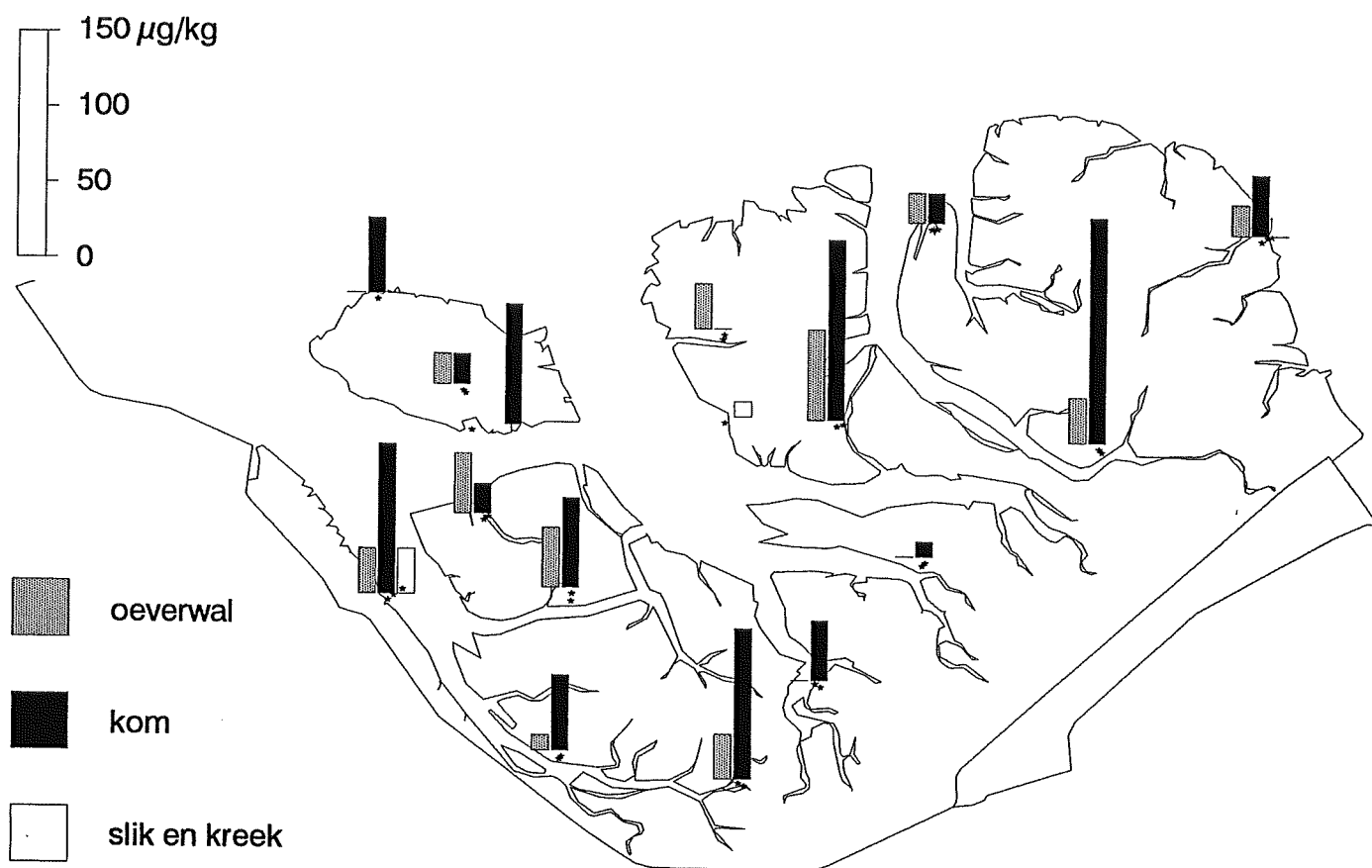
PCB 118 ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 17b



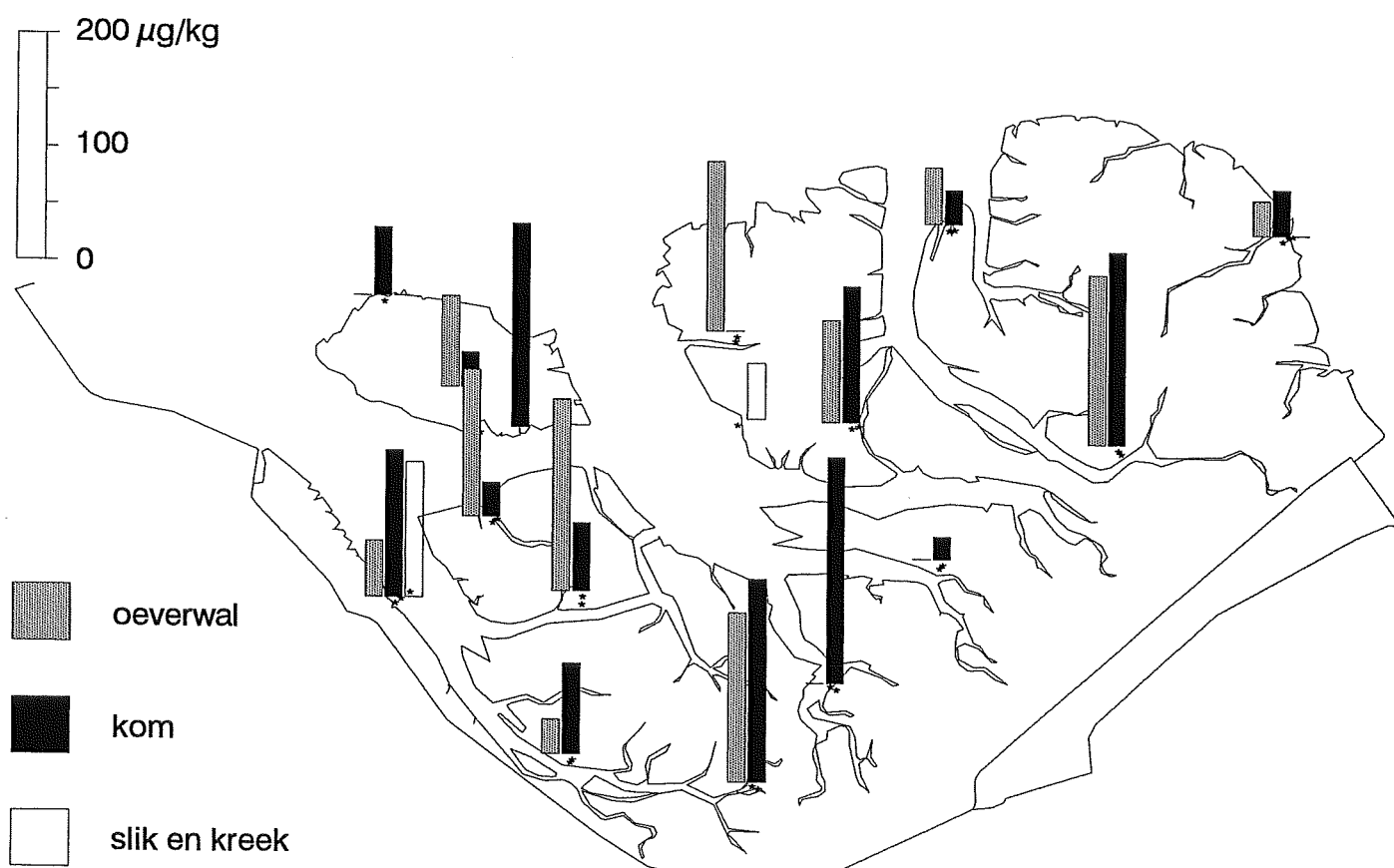
Dibenz(a-h)ac ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) ongecorrigeerde data

Bijlage 18a



Dibenz(a-h)ac ($\mu\text{g/kg}$ droge stof) gecorrigeerd naar standaardbodem

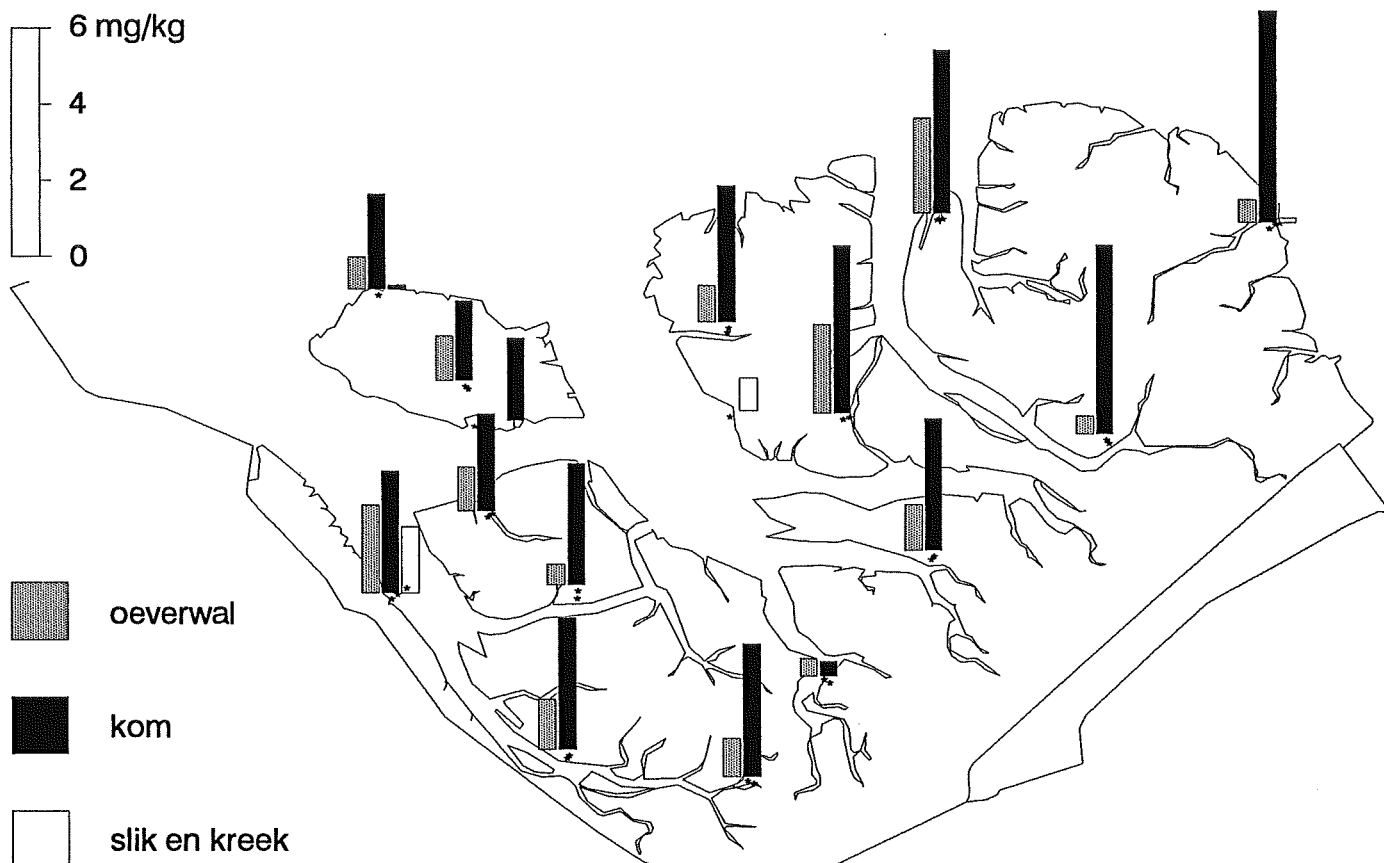
Bijlage 18b



PAK totaal (mg/kg droge stof)

ongecorrigeerde data

Bijlage 19a



PAK totaal (mg/kg droge stof)

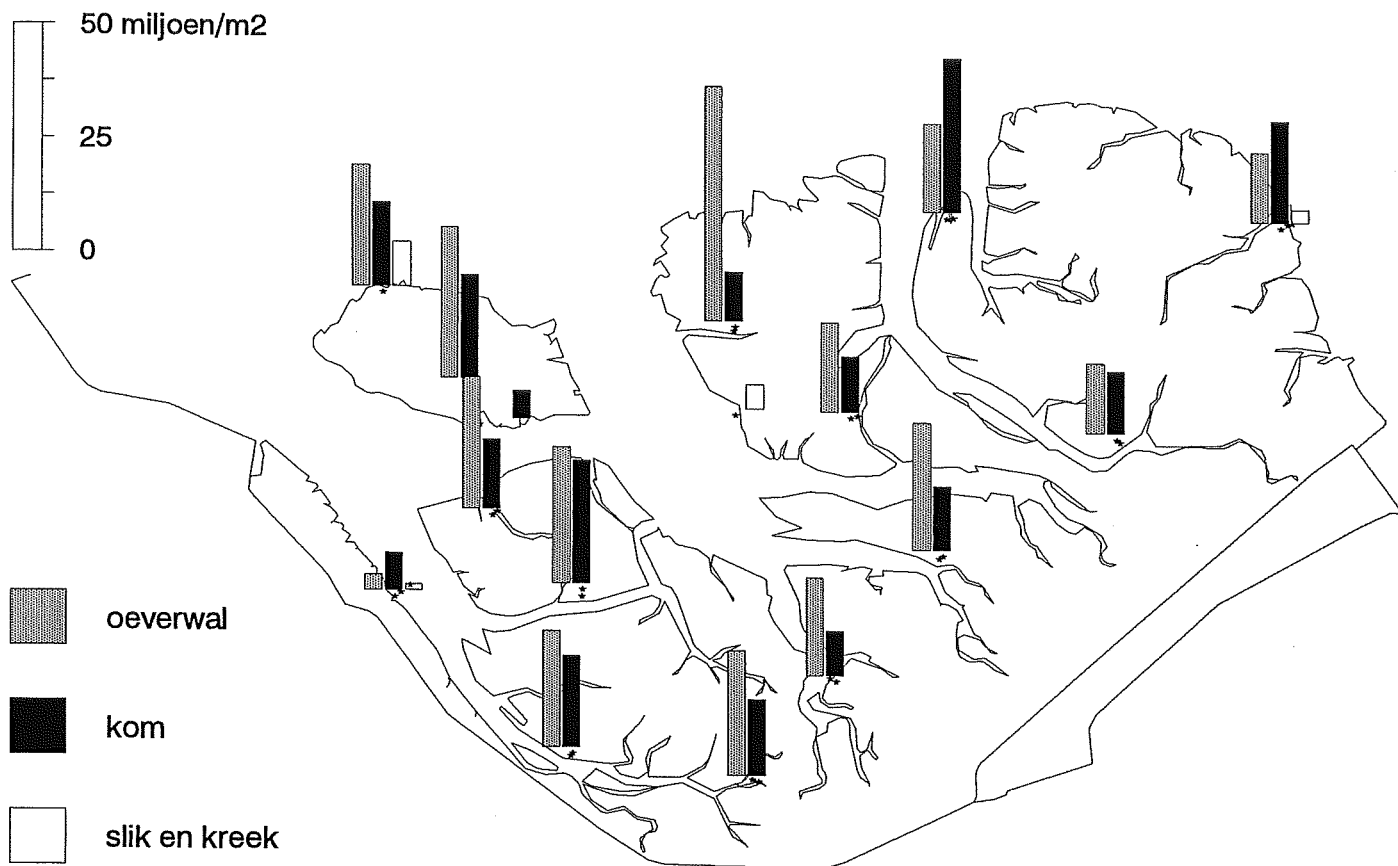
gecorrigeerd naar standaardbodem

Bijlage 19b



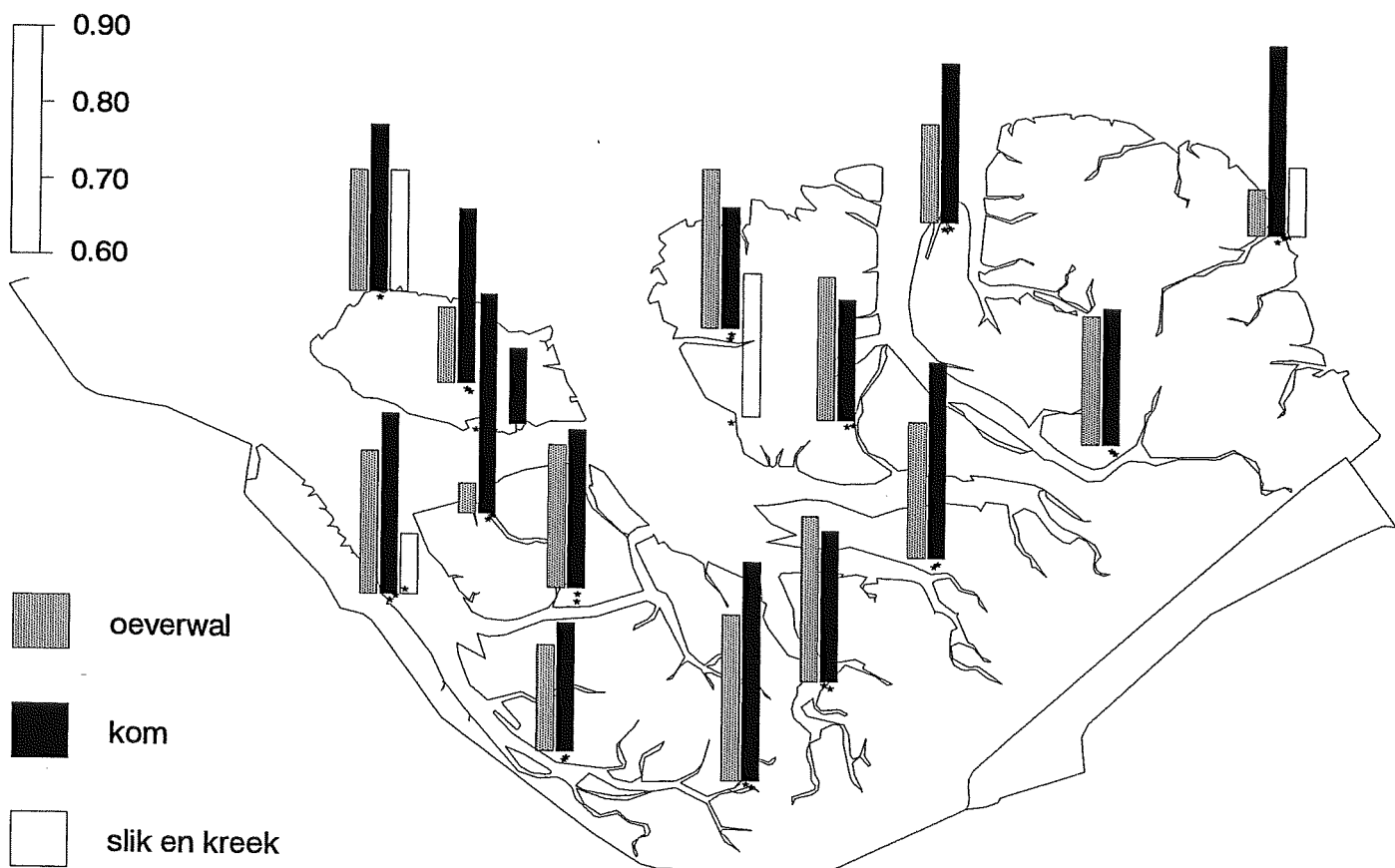
Dichtheid Nematoda (m-2)

Bijlage 20



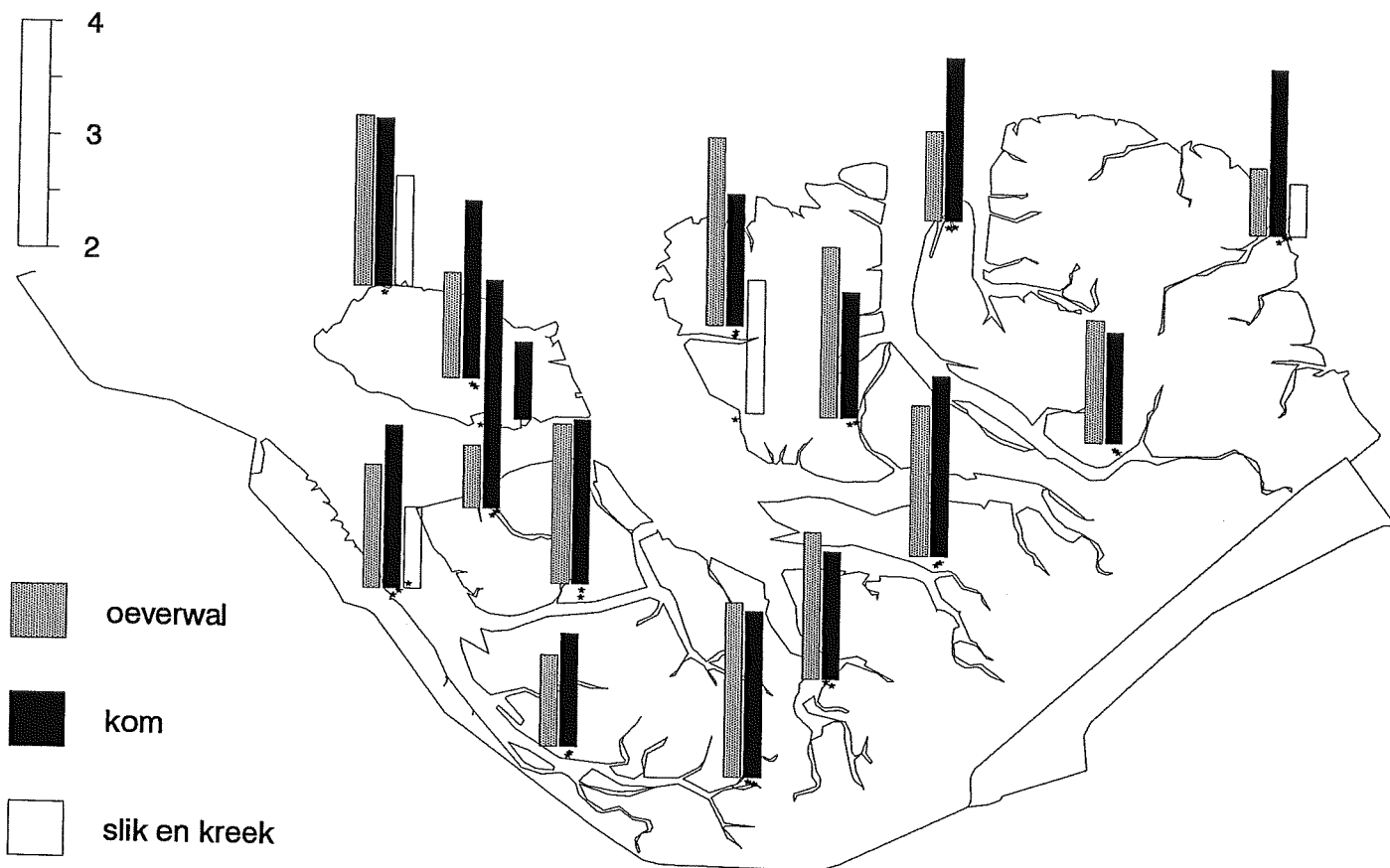
Evenness

Bijlage 21



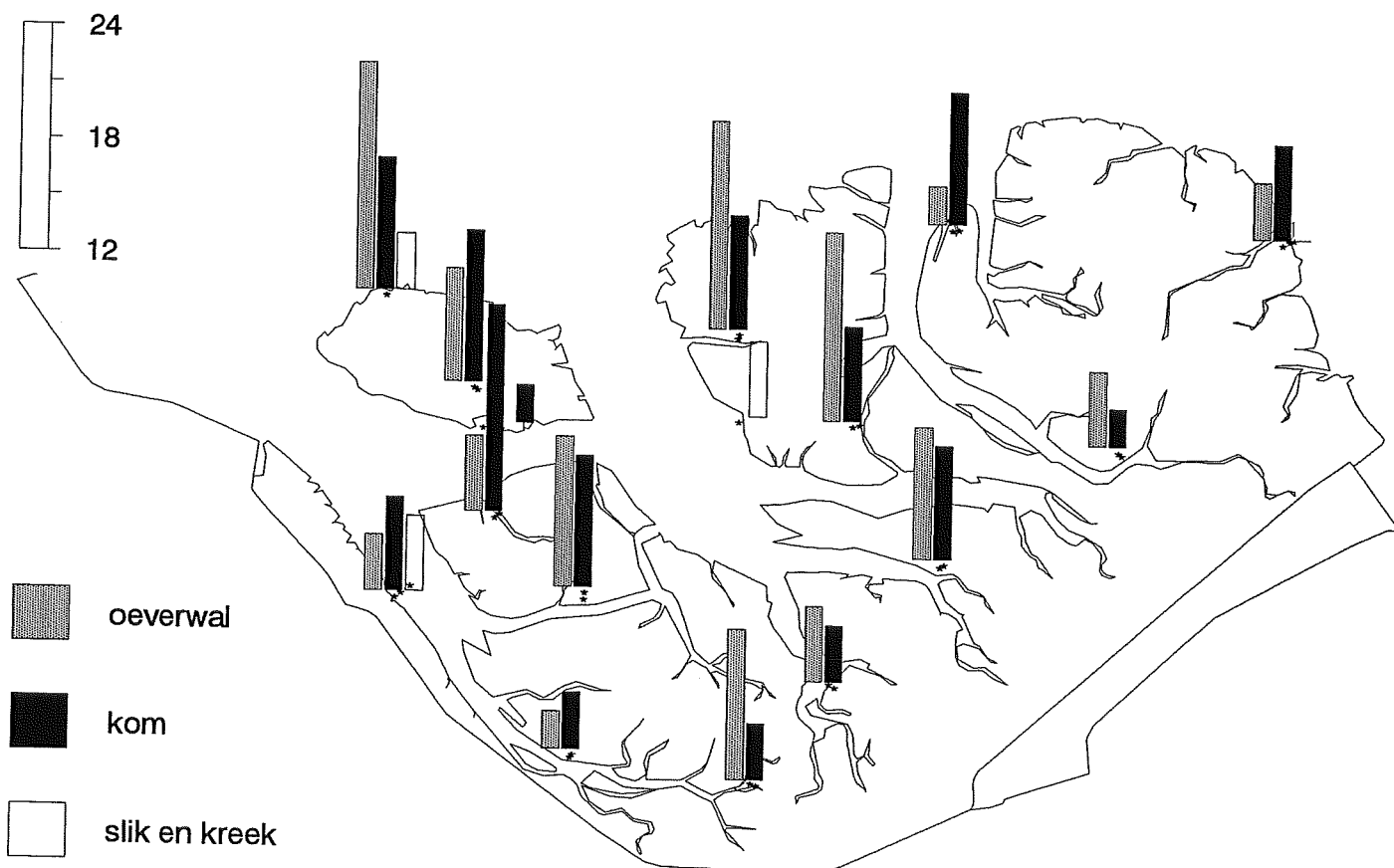
Diversiteit (Shannon-Weaver index)

Bijlage 22



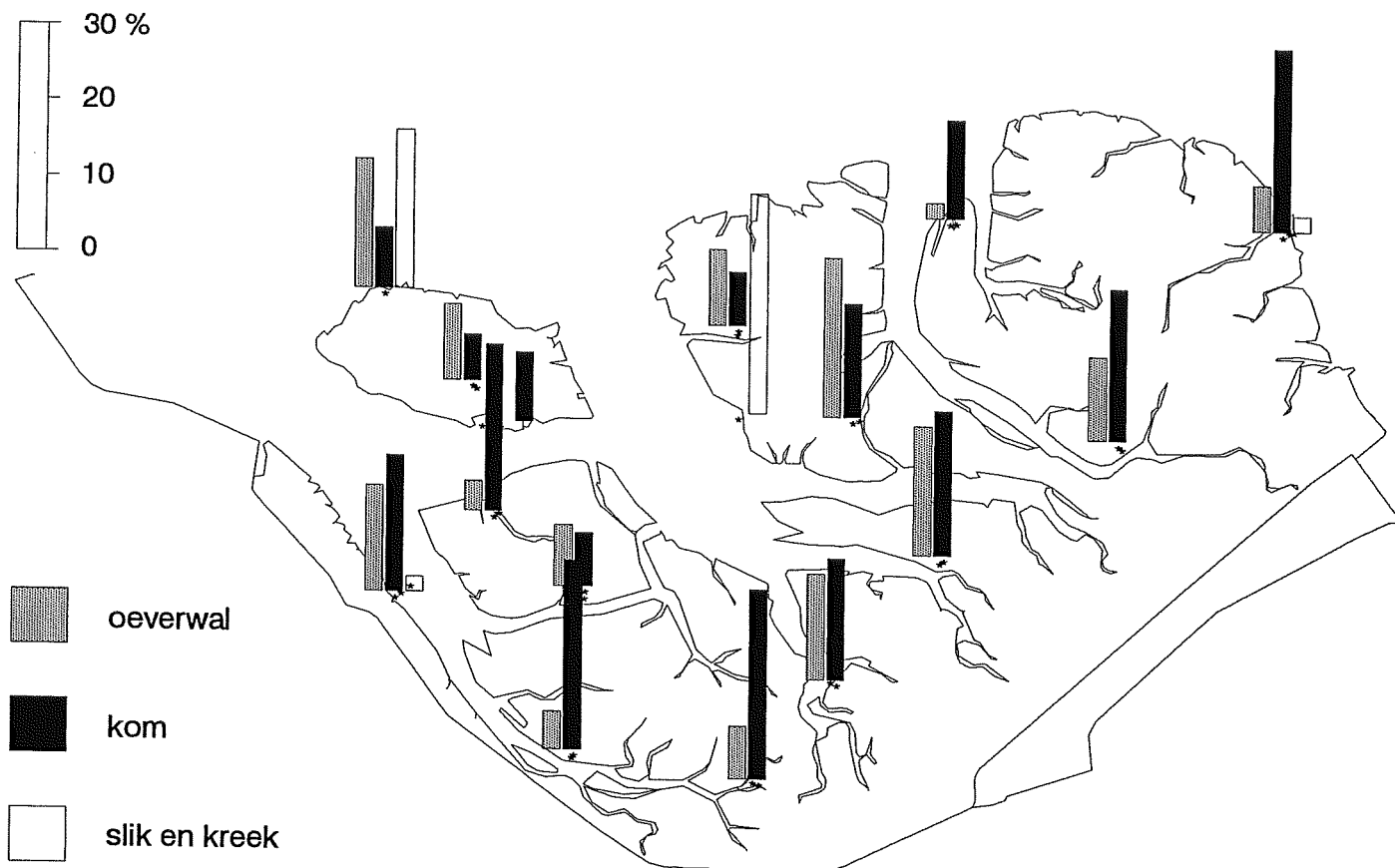
Taxa (n)

Bijlage 23



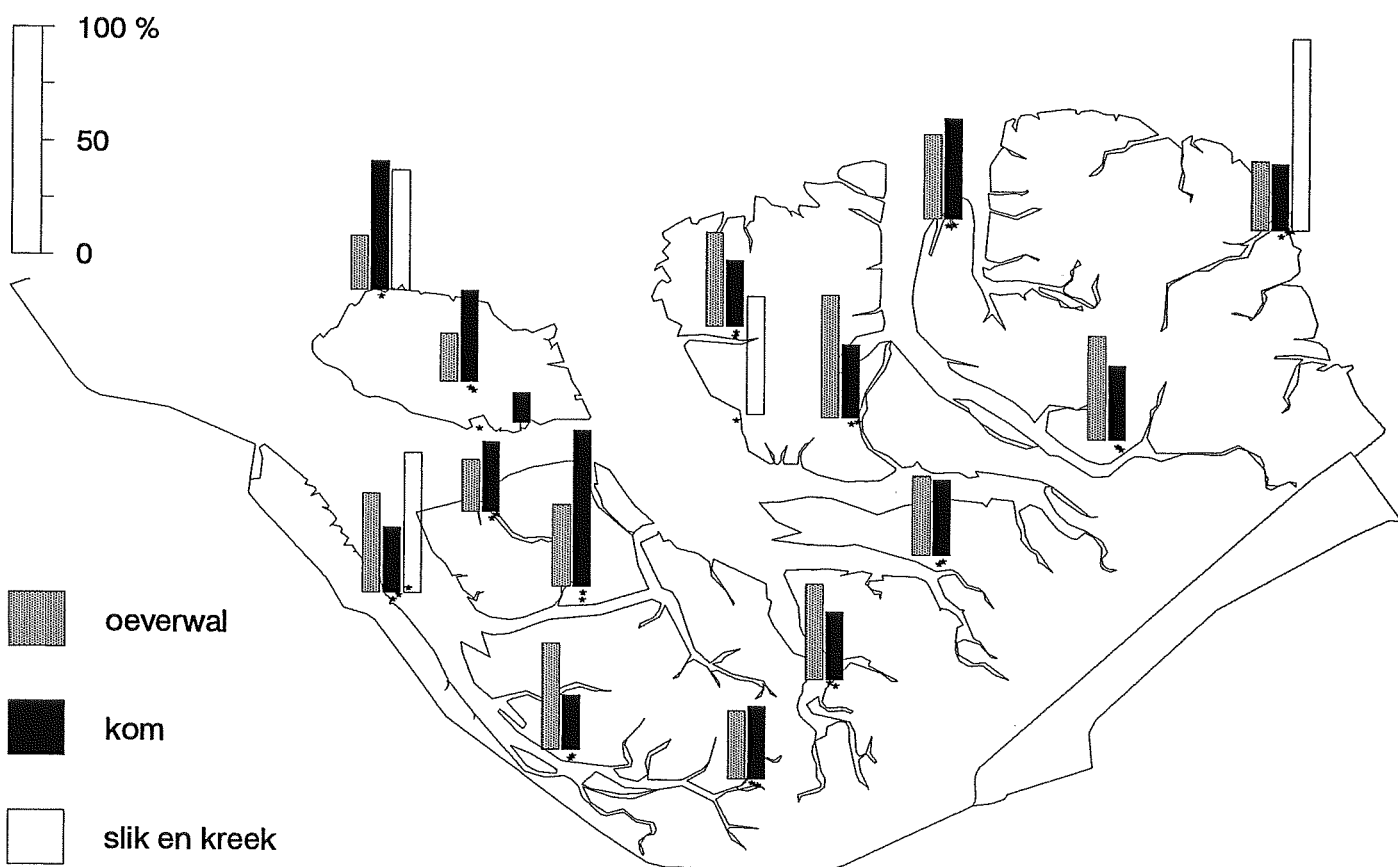
Nematoda c-p klasse 1 (%)

Bijlage 24



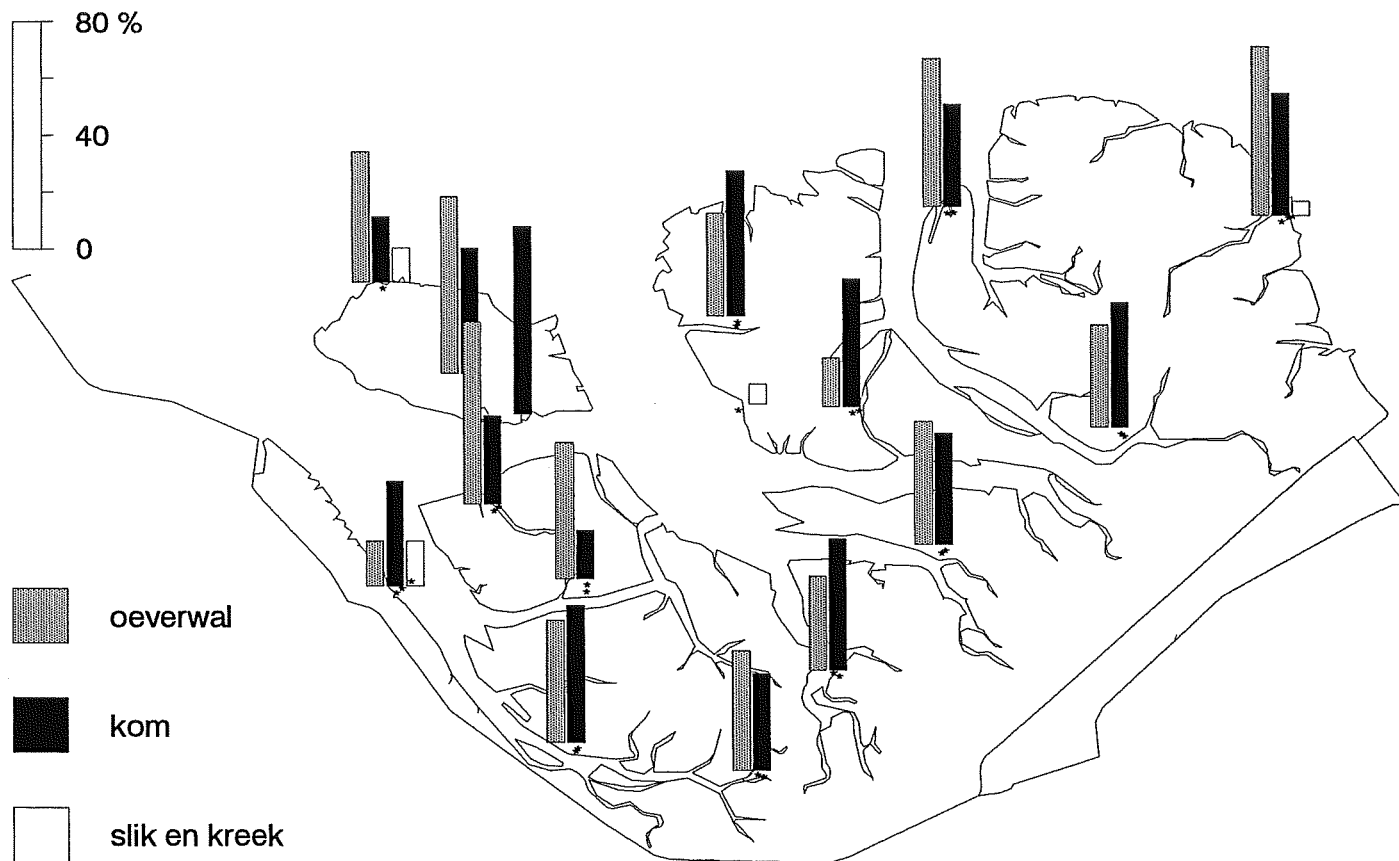
Nematoda c-p klasse 2 (%)

Bijlage 25



Nematoda c-p klasse 3 (%)

Bijlage 26



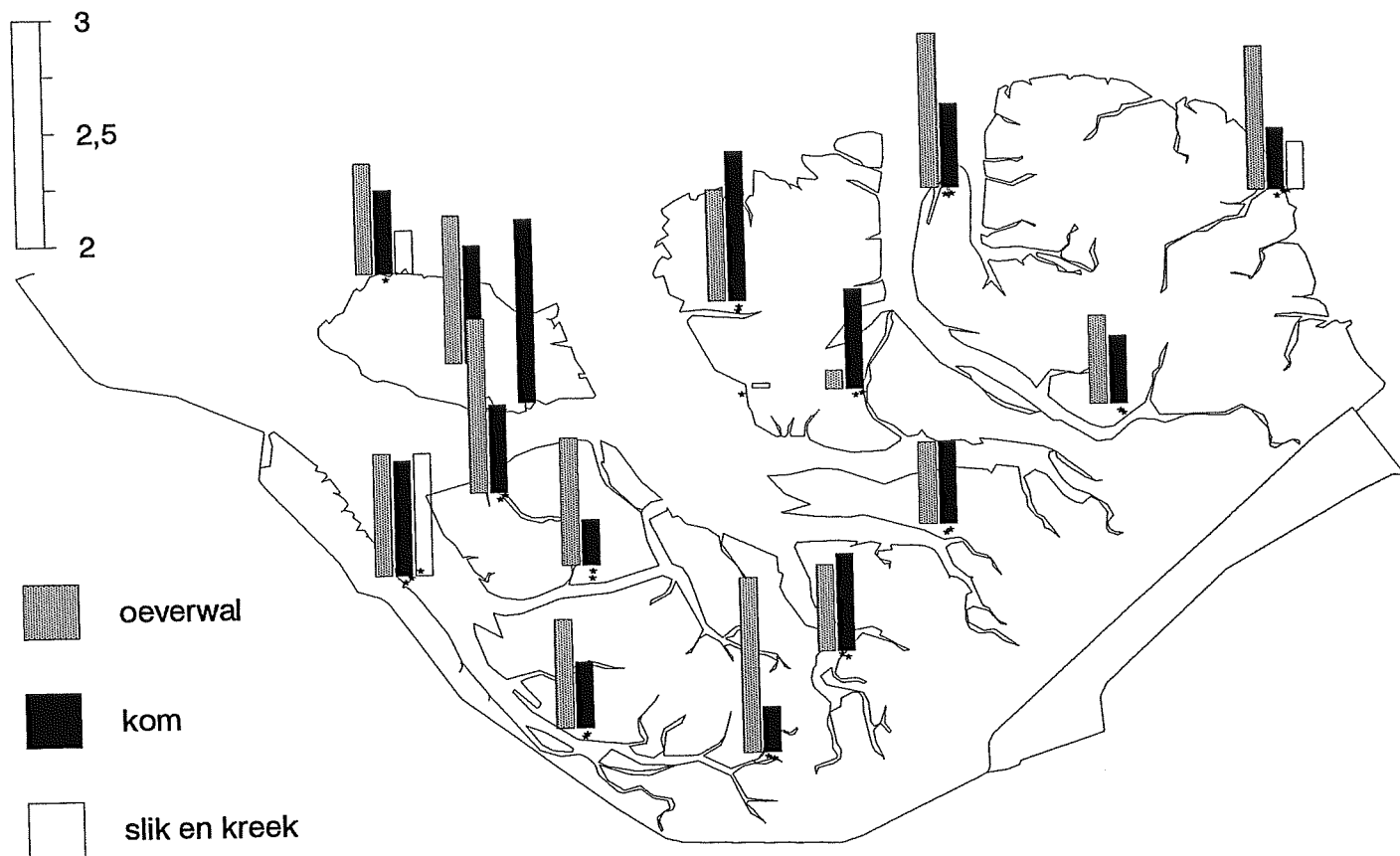
Nematoda c-p klasse 4 (%)

Bijlage 27



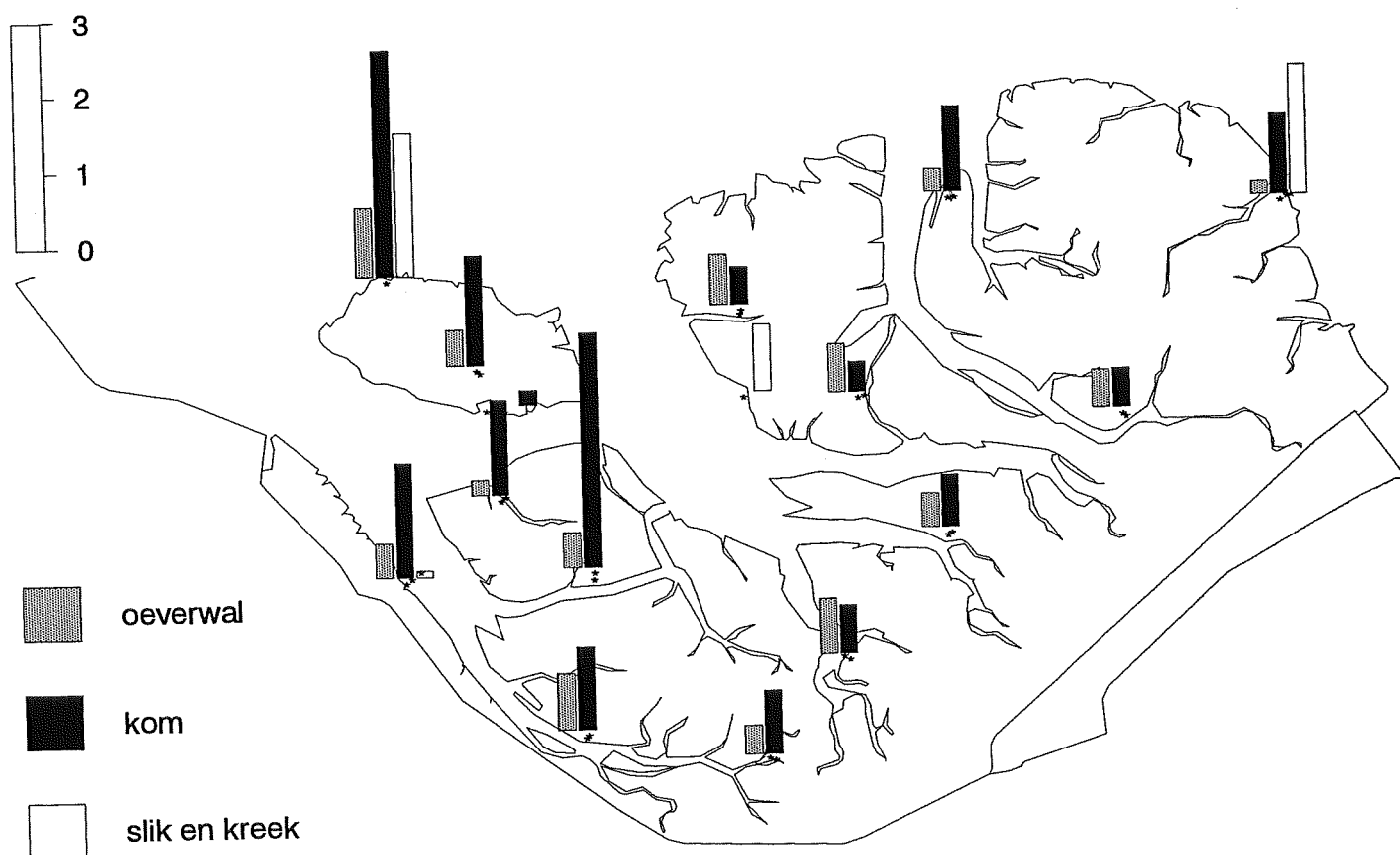
Nematoda Maturity-index

Bijlage 28



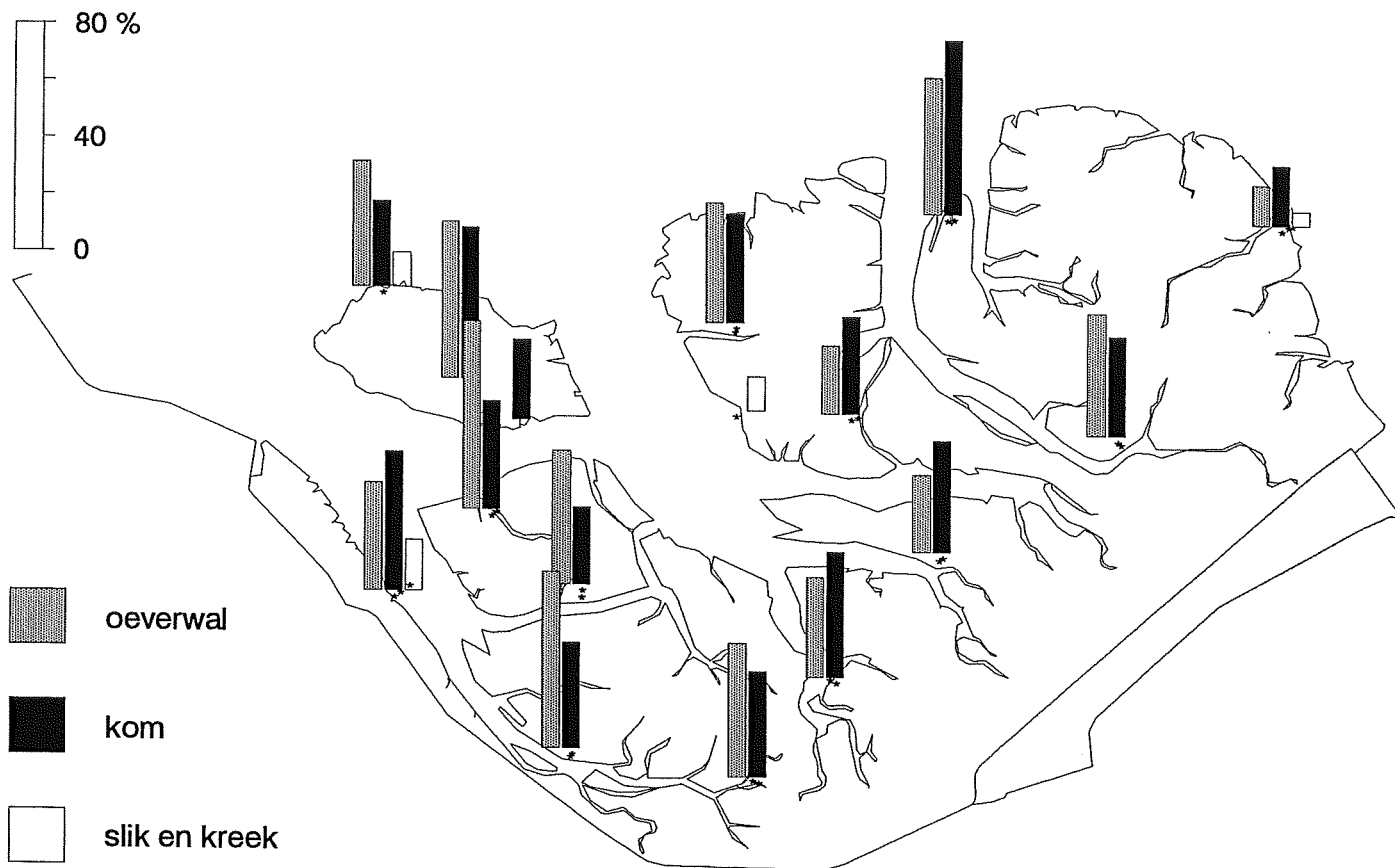
Nematoda ratio voedingstypes 1B(%) / 2A(%)

Bijlage 29



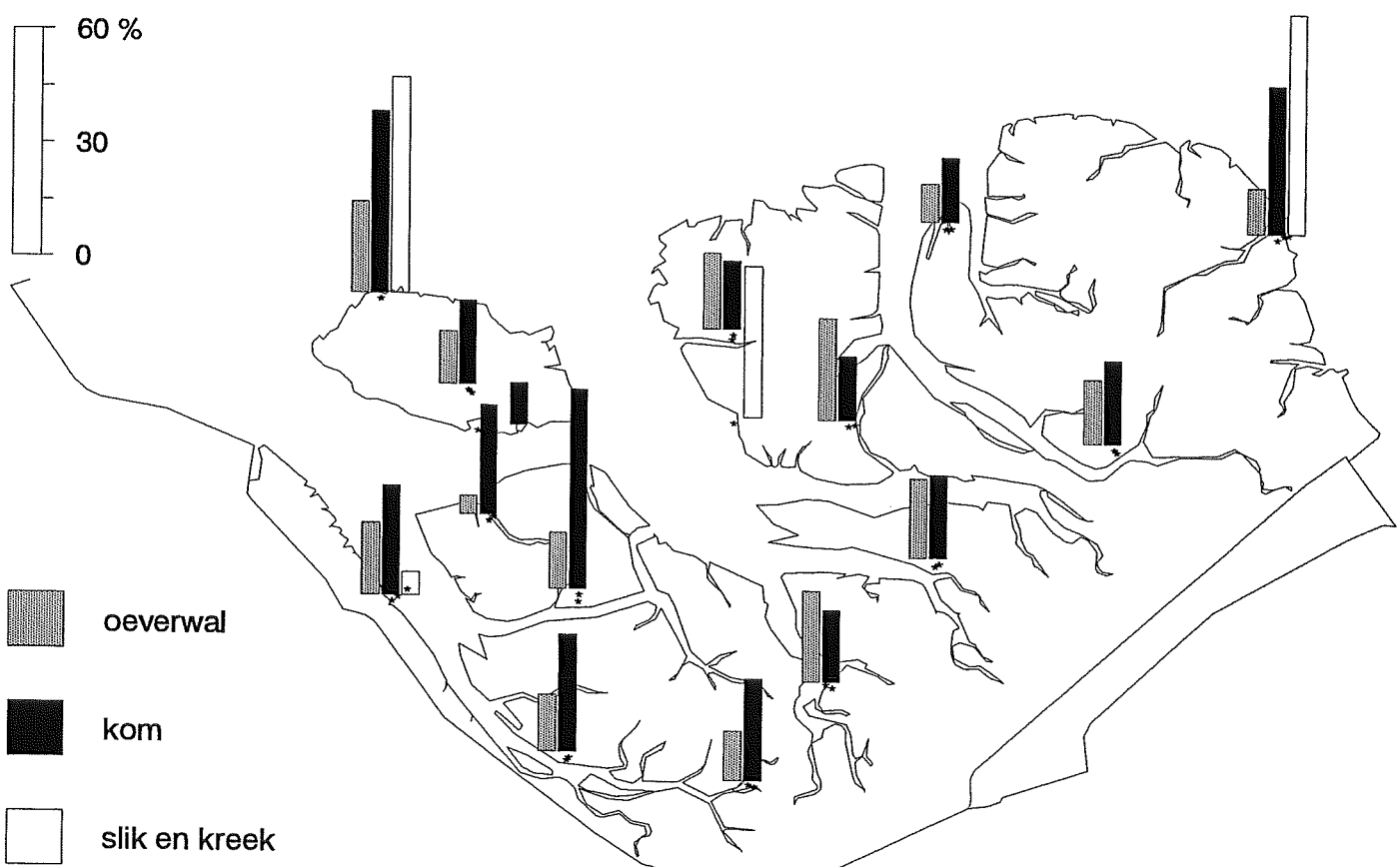
Nematoda voedingstype 1A (%)

Bijlage 30



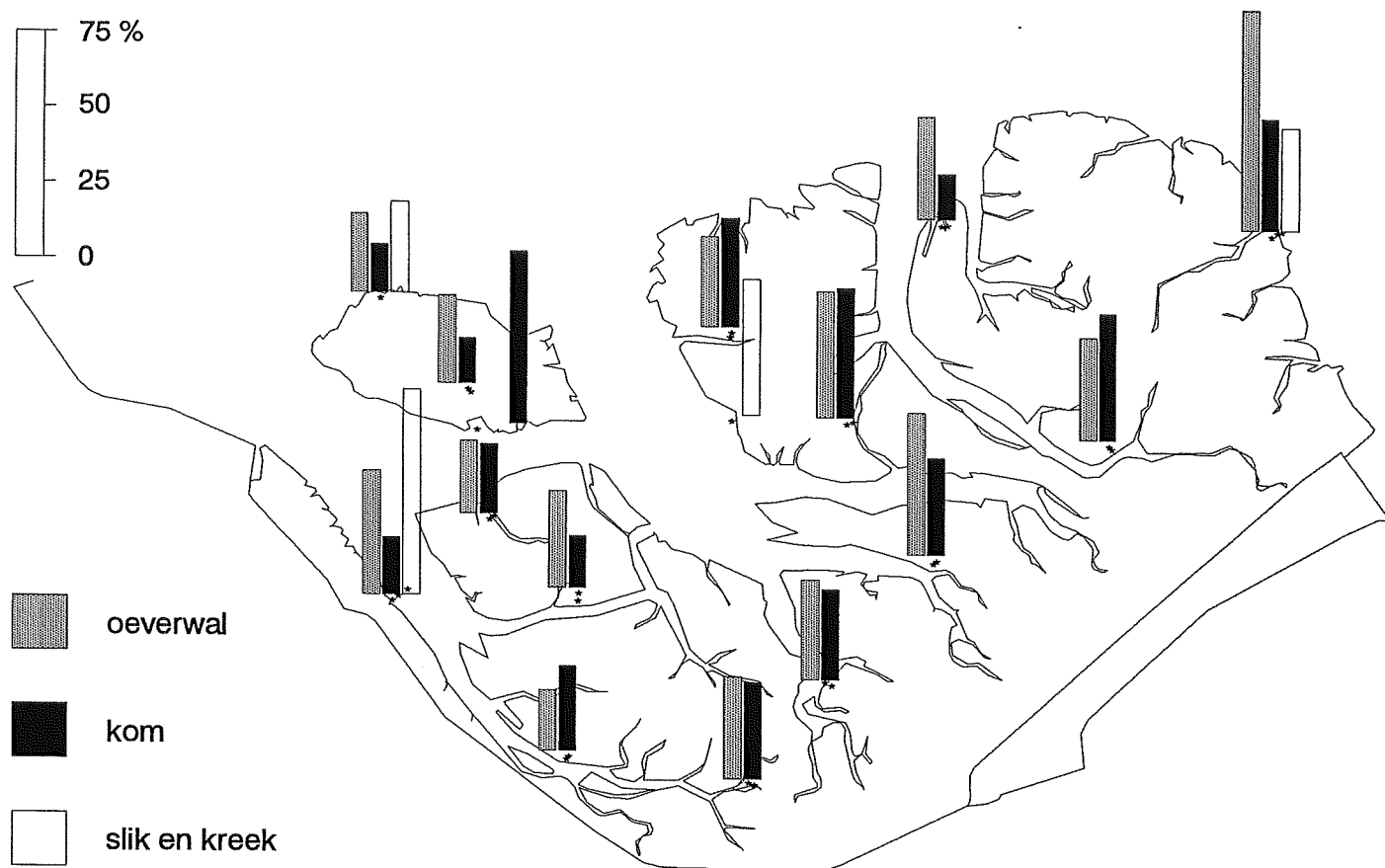
Nematoda voedingstype 1B (%)

Bijlage 31



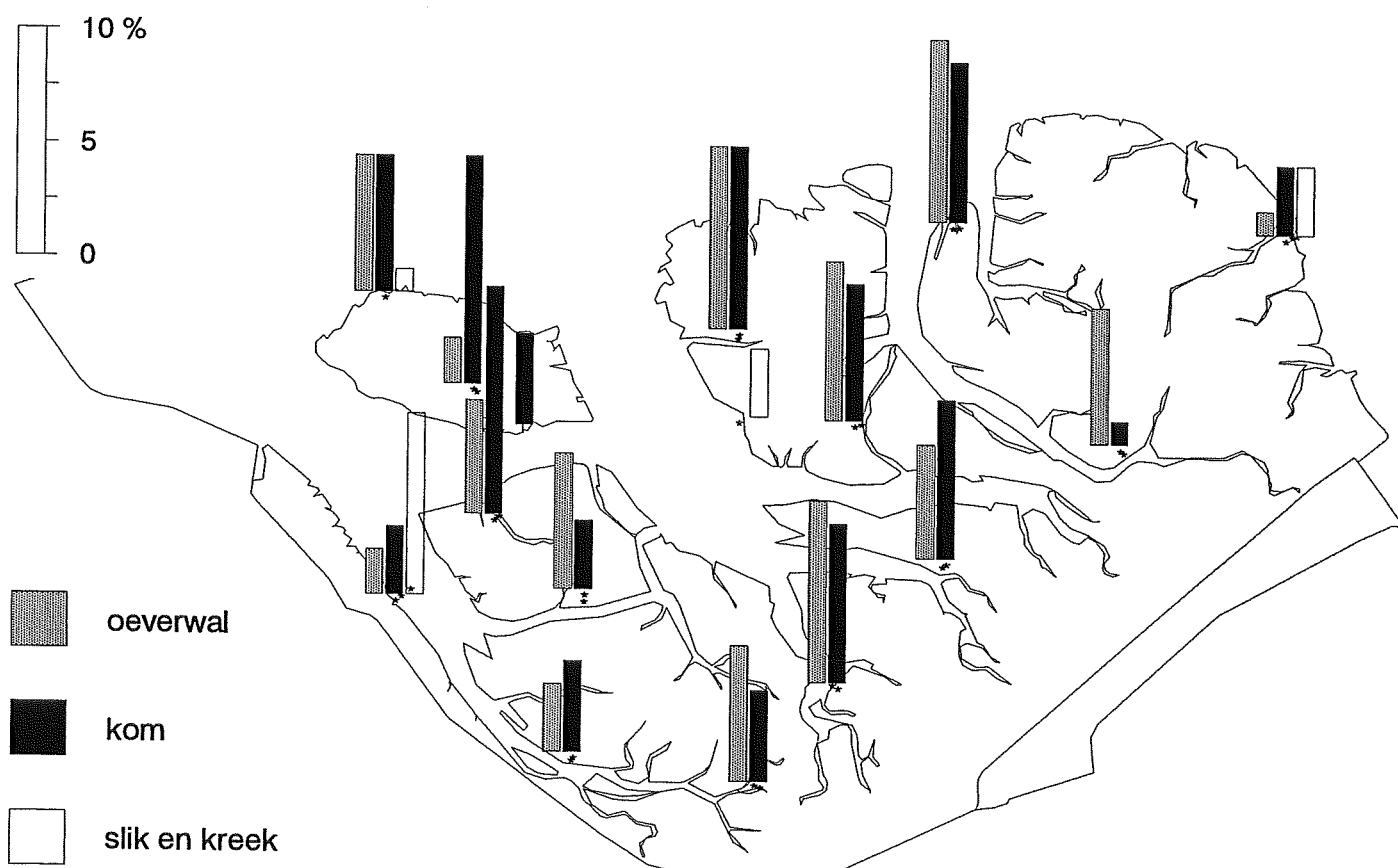
Nematoda voedingstype 2A (%)

Bijlage 32



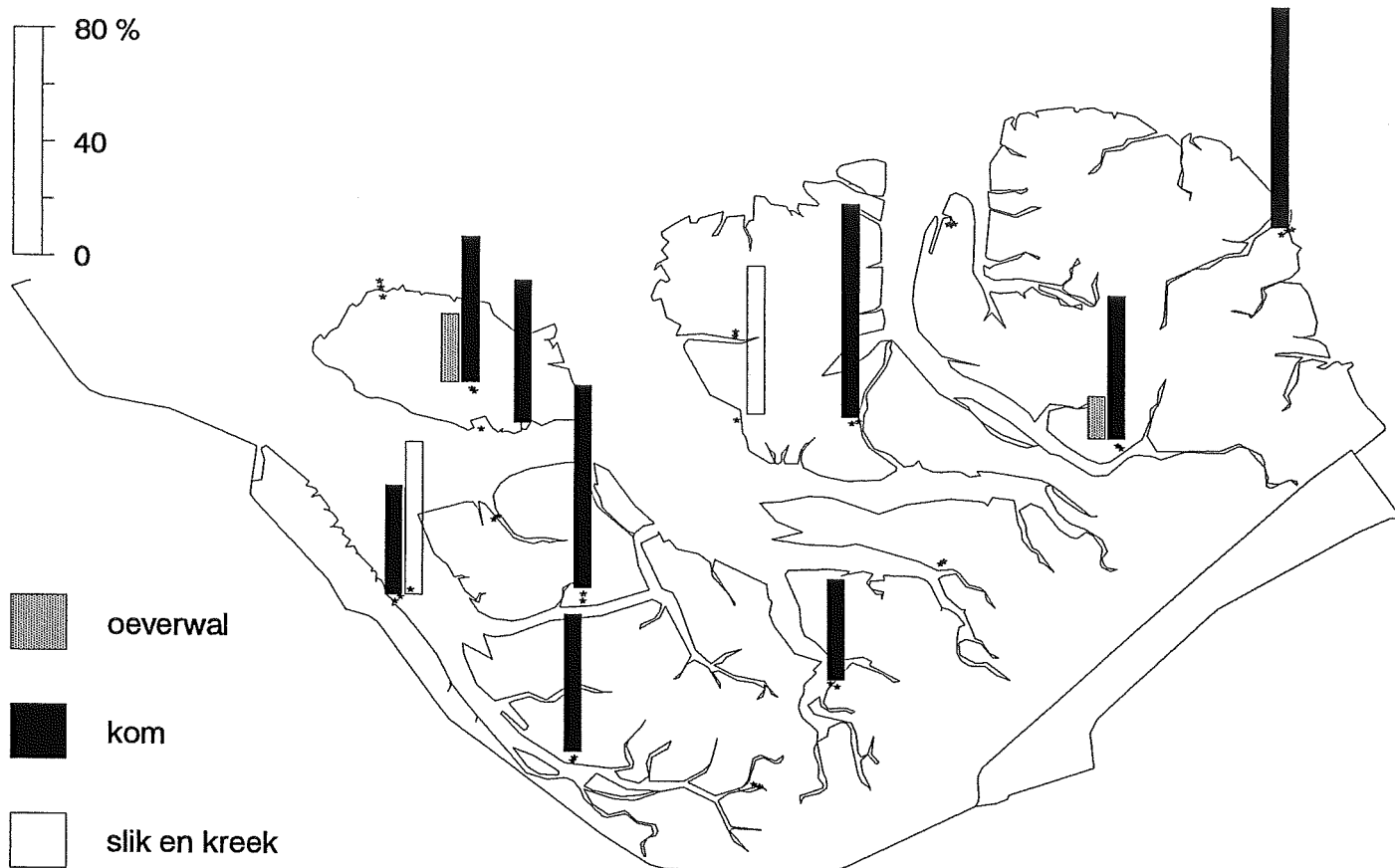
Nematoda voedingstype 2B (%)

Bijlage 33

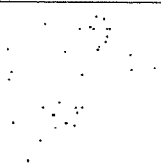
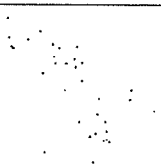
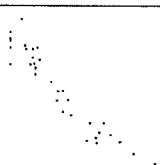
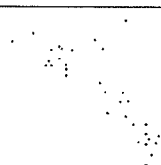
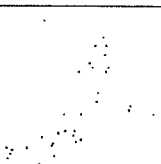
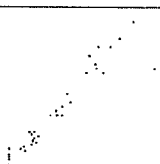
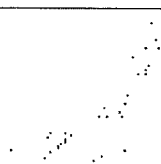
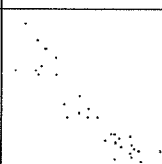
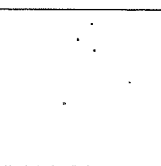
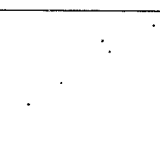
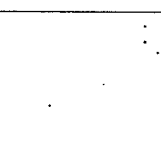
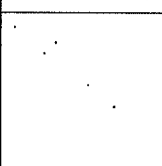
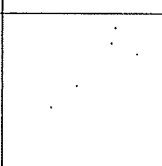
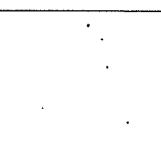
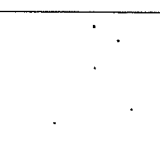
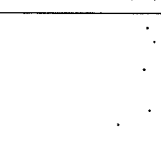
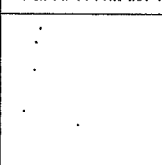
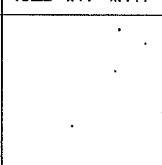
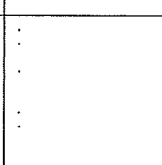


Oesterlarventest (% PNR)

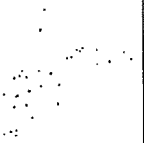
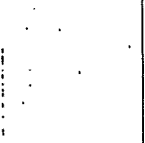
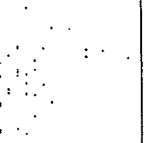
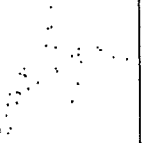
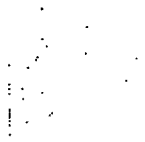
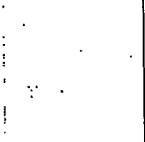
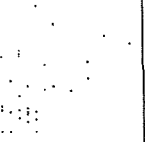
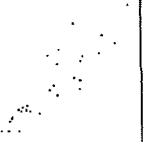
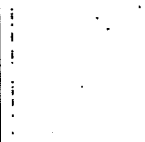
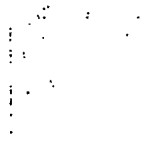
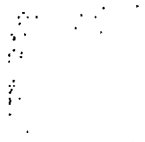
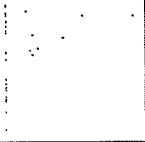
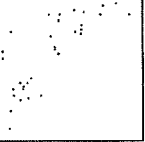
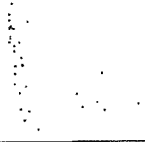
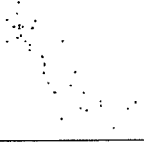
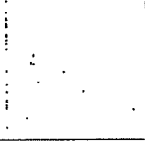
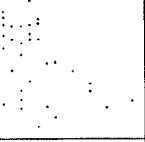
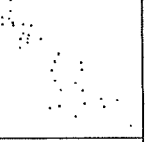
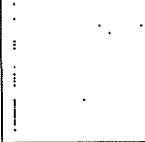
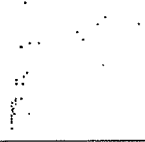
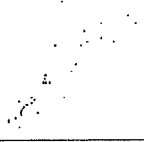
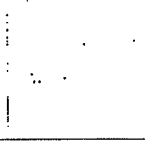
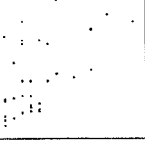
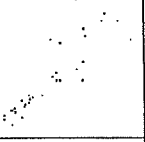
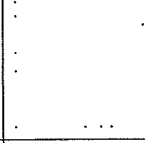
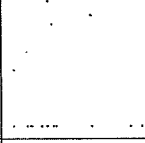
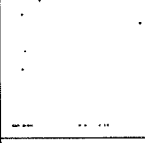
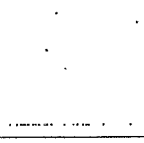
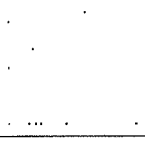
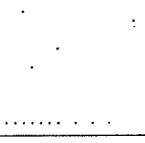
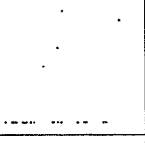
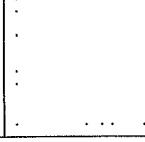
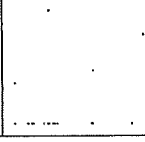
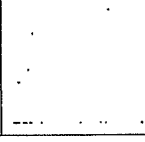
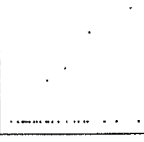
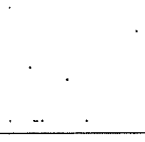
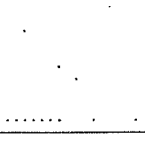
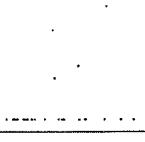
Bijlage 34



Bijlage 35a

calciet						
	organische stof					
		< 63 μm				
			droge stof			
				zink		
					hcb	
						hchb

Bijlage 35b

	hepta- chloor	dieldrin	Σ KW	PCB som6	PCB 118	dibenza	PAK tot.
calciet							
organi- sche stof							
< 63 μ m							
droge stof							
zink							
hcb							
hchb							

Bijlage 35c

heptachloor						
	dieldrin					
		Σ KW				
			PCB som6			
				PCB 118		
					dibenza	
						PAK tot.