

ish 563215

ministerie van verkeer en waterstaat

rijkswaterstaat

RIJKSINSTITUUT
VIR
VIR

riza

vestiging dordrecht
van leeuwenhoekweg 20
3316 av dordrecht
tel. 078-322500, fax. 078-315003
doorkiesnummer 078-322618

240
617B

**MACROFAUNA IN DE DIEPE
WATERBODEM VAN HET
NOORDELIJK DELTABEKKEN**

NOTA
auteur(s)

datum

91.051 / EHR 39 - 1992
H.C. Dudok van Heel, H. Smit
en S.M. Wiersma
maart 1992

Inhoud	blz
LIJST VAN BIJLAGEN	4
SAMENVATTING	5
SUMMARY	7
1. INLEIDING	9
2. MATERIAAL EN METHODE	11
2.1 Keuze bemonsteringspunten	11
2.2 Bemonstering	14
2.2.1 Sedimentanalyses	14
2.2.2 Macrofauna	15
2.3 Biomassabepaling	17
2.4 Verwerking van de gegevens	20
2.4.1 Sedimentanalyse	20
2.4.2 Macrofauna	20
3. RESULTATEN	23
3.1 Sedimentanalyse	23
3.1.1 Textuur	23
3.1.2 Verontreiniging	24
3.1.3 Stroming	26
3.2 Macrofauna	27
3.2.1 Inventarisatie 1988	27
3.2.2 Inventarisatie Mollusca 1990	42
3.2.3 Soortensamenstelling in 1988	48
3.3 Correlatie tussen macrofauna en milieuparameters	55
3.3.1 Ordinatie van de milieuparameters	55
3.3.2 Ordinatie van de macrofauna en de milieuparameters	56
4. DISCUSSIE	63
4.1 Sedimentanalyse	63
4.1.1 Textuur	63
4.1.2 Verontreiniging	66
4.2 Macrofauna	69
4.2.1 Inventarisatie 1988	69
4.2.2 Inventarisatie Mollusca 1990	73
4.2.3 Soortensamenstelling	76
4.3 Correlatie tussen macrofauna en milieuparameters	87
4.4 Biologische indices als mogelijke indicatie voor vervuiling	93
5. CONCLUSIES	105
DANKWOORD	108
REFERENTIES	109

LIJST VAN BIJLAGEN

- I.1 t/m I.5 Biovolumebepalingen.
- II.1 t/m II.4 Chemische analyses in april 1989.
- III.1 + III.2 Gemiddelde en standaardfout van de dichtheden en biomassa's per familie in augustus en november 1988.
- IV.1 + IV.2 Relatieve dichtheid en biomassa in augustus en november 1988.
- V.1 t/m V.9 Dichtheden en biomassa's (gemiddelde $\pm$ SE) per soort per locatie in augustus en november 1988.
- VI Beschrijving van het ordinatie-computerprogramma CANOCO.
- VII.1 + VII.2 Publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn".

SAMENVATTING

Dit rapport behandelt de macrofaunagemeenschappen in de waterbodem van het Haringvliet, Hollandsch Diep, Amer en Nieuwe Merwede in relatie tot milieufactoren. In dit gebied zijn 14 locaties bemonsterd, die verschillen in geografische ligging en habitat-karakteristiek. Op deze locaties zijn bekeken de soortensamenstelling en de gemiddelde dichtheden en biomassa's per soort en per familie. Tevens is van iedere locatie een chemische bepaling van het sediment uitgevoerd.

Door toepassing van een aantal ordeningsmethoden (PCA en CCA in het programma CANOCO) en de Monte Carlo-permutatietoets zijn vier factoren gevonden, waarmee de samenstelling van de bodemfauna vooral samenhangt: 1) stroomsnelheid, 2) watergehalte, 3) organisch stofgehalte, en 4) pH van het sediment. De pH is gecorreleerd met de korrelgrootteverdeling. Het organisch stofgehalte was sterk positief gecorreleerd met de gehalten aan microverontreinigingen. Er zijn vijf typen macrofaunagemeenschappen onderscheiden:

1. Een gemeenschap gedomineerd door kleine Chironomidae in het overgangsgebied van de Rijn.
2. Een soortenarme gemeenschap van *Limnodrilus*-soorten in het sedimentatiegebied.
3. Een gemeenschap met verscheidene *Pisidium*-soorten in slibrijke sedimenten.
4. Een *Chironomus/Lipiniella arenicola*-gemeenschap op ondiepe plaatsen.
5. Een *Dreissena polymorpha*-gemeenschap op zandige sedimenten.

In dit onderzoek is nagegaan welke biologische indices te gebruiken zijn als indicator voor de waterbodemvervuiling. De CCP-index (*Chironomus* sp./(*Chironomus* sp. + *Procladius* sp.)) blijkt de sedimentkwaliteit het beste weer te geven. Daarnaast was ook de CT-index (Chironomidae/Tubificidae) in augustus onderscheidend. Deze index lijkt echter gevoelig voor seizoensinvloeden.

In 1990 is de verspreiding van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) op 800 locaties in het Haringvliet en Hollandsch Diep geïnventariseerd.

Maximale dichtheden van *D. polymorpha* werden gevonden in het Haringvliet-oost en Hollandsch Diep-west (resp. 321,5 n/m² en 513,7 n/m²). Voor het maken van verspreidingskaarten is een monstergrootte van minimaal 0,572 m² (Haringvliet-oost) en 0,362 m² (Hollandsch Diep-west) per gridcel (200 * 200 m) nodig. De hier gebruikte methode is ongeschikt voor het maken van verspreidingskaarten voor *Anodonta anatina* en *Unio pictorum*.

SUMMARY

Densities, biomass and species composition of macrobenthos in the lower Rhine-Meuse (the Netherlands).

The closure of the Haringvliet from the sea caused several radical changes in this former estuary. Tidal movement disappeared, current velocities lowered and consequently sedimentation characteristics changed.

The Management of the National Water Authority, Rijkswaterstaat, aims at strategy which takes into account the natural functions of this area. A partial restoration of the estuarine ecosystem by partially opening the Haringvliet locks is presently considered. However this is not yet possible, since enormous amounts of strongly contaminated polluted sediment would be dispersed over the area and cause an unacceptable pollution of the North Sea. Therefore, the removal of polluted sediments is considered as a necessary first step.

In 1988 an inventory was made of the macro zoobenthos to assess the species composition, densities and biomasses in relation to environmental parameters. The benthos was sampled in August and November 1988 at 14 sites differing in sediment characteristics and water chemistry.

Four environmental parameters were selected out of 64 using the linear ordination technique PCA: sediment water content, sediment pH, sediment organic content and water current velocity. These were correlated with the benthos data using the ordination technique CANOCO. Five macro zoobenthic assemblages were distinguished:

1. An assemblage dominated by small chironomids in the transition area to the river Rhine,
2. A species poor assemblage of *Limnodrilus* sp. in the sedimentation area,
3. A general assemblage with several *Pisidium* sp. in silty sediments,
4. A *Chironomus* sp./*Lipiniella arenicola* assemblage in shallow places,
5. A *Dreissena polymorpha* assemblage on sandy sediments.

Low densities and biomasses were found in the sedimentation area and high densities and biomasses were found in the *Dreissena polymorpha* aggregation. There seems to be a negative relation between the CCP-index ($\text{Chironomus sp.} / (\text{Chironomus sp.} + \text{Procladius sp.})$) and the degree of sediment contamination. Also the CT-index ($\text{Chironomidae} / \text{Tubificidae}$) seems to be usefull to express the sediment contamination. However this index appears to be influenced by the season.

1. INLEIDING

Als onderdeel van de Deltawerken zijn in 1969 de Volkeraksluizen en in 1970 de Haringvlietdam gerealiseerd.

Zo veranderde de gehele waterhuishouding van het Rijn-Maas-estuarium. De getijdewerking verdween en er ontstonden semi-stagnante wateren. Ook veranderde de sedimentatie en de sedimentsamenstelling. De sedimentatie van vervuild sediment nam vooral in het oostelijk deel sterk toe. Als gevolg hiervan traden grote veranderingen in het ecosysteem op.

De ontwikkelingen zijn sinds 1970 voor een aantal abiotische componenten van het systeem redelijk goed beschreven. Echter, aquatisch-ecologisch onderzoek heeft sindsdien in zeer beperkte mate plaatsgevonden. Wat de macrofauna betreft heeft Wolff (1973) een uitgebreid onderzoek uitgevoerd vóór de afsluiting.

Verdonschot (1981) beschrijft de veranderingen in de oligochaetengemeenschap ná de afsluiting tot 1977. Fortuin (1985) voerde een globale inventarisatie van dichtheden en biomassa's van bodemfauna uit in het Haringvliet en Hollandsch Diep.

Sinds enige jaren tracht de Rijkswaterstaat in het kader van het Integraal Waterbeheer in haar beleid en beheer de natuurfunctie mee te laten wegen. Ecologische kennis van het gebied is daarvoor noodzakelijk. Recent heeft de integrale waterbeheergedachte een meer concrete vorm gekregen in de Derde Nota Waterhuishouding, waarin de mogelijkheid naar voren wordt gebracht het gebied een deel van haar estuariene karakter terug te geven door een gewijzigd beheer van de Haringvlietsluizen. Dit idee is nader uitgewerkt in het Beleidsplan Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch, waarvan de inventarisatiefase in 1990 werd afgerond (Rijkswaterstaat, 1991). Algemeen leeft de opvatting dat een waterbodemsanering vooraf zou moeten gaan aan het gedeeltelijk openstellen van de Haringvlietsluizen. Door de Directie Zuid-Holland is de vraag gesteld welke ecologische baten een waterbodemsanering in het gebied zou hebben. De hiervoor benodigde kennis van het aquatisch ecosysteem vertoont echter nog grote hiaten. In dit rapport worden de resultaten behandeld van in 1988 en 1990 uitgevoerde onderzoeken naar soortensamenstelling en biomassa's van de bodemfauna in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken.

Enige argumenten die ten grondslag liggen aan de keuze van de biotische component bodemfauna als representatieve factor voor het aquatische ecosysteem zijn:

1. Bodemfauna is binnen het ecosysteem meer plaatsgebonden in tegenstelling tot bijvoorbeeld vogels, vissen en zoogdieren.
2. Vooral in de ondiepe gebieden vormt de bodemfauna een belangrijke voedselbron voor vogels en vissen.
3. De laatste jaren lijkt de vervuiling zich te concentreren in de waterbodem en kan de bodemfauna een goede bio-indicator zijn van de milieukwaliteit ter plaatse.

Eerdere onderzoeken (Smit & Snoek, 1989; Snoek, 1990 en Smit et al., 1991) in het kader van dit project zijn uitgevoerd in de ondiepe zones. De resultaten lieten zien dat op enkele periodiek droogvallende platen lage biomassa's aan bodemfauna werden aangetroffen. Smit & Snoek (1989) vonden dat vooral op deze droogvallende platen de Chironomidae het meest belangrijk waren in aantal en biomassa. Op de zandige locaties waren deze aantallen en biomassa's negatief gecorreleerd met de hoogteligging. Vooral de chironomiden zijn een belangrijke voedselbron voor de steltlopers (Dirksen, 1992). In potentie kunnen deze ondiepe zones een belangrijke ecologische functie vervullen; veel watervogels vinden er hun voedsel en vissen kunnen deze zones gebruiken als voedsel- en paaigebieden (Dirksen, 1992).

De vraag is in hoeverre ook de dieper gelegen waterbodems een ecologische functie vervullen en hoe deze functie samenhangt met milieufactoren? Het doel van dit deelonderzoek was:

- Het verkrijgen van een indruk van de relatie tussen het voorkomen van de bodemfauna en een aantal fysisch-chemische milieufactoren.
- Het verkrijgen van een overzicht van de soortensamenstelling van de bodemfauna.
- Het verkrijgen van een overzicht van de dichtheden en biomassa's van de aanwezige bodemfaunagroepen.
- Het toetsen van de hypothese of de bodemfaunasoorten gebieds- dan wel sedimentgebonden zijn.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1 Keuze bemonsteringspunten

In het Noordelijk Deltabekken zijn 14 locaties geselecteerd, die verschilden in geografische ligging en habitatkarakteristiek (figuur 2.1). Het gebied werd geografisch verdeeld in Haringvliet (locaties 1, 2 en 3), Hollandsch Diep-west (locaties 4, 5 en 6), Hollandsch Diep-oost (locaties 7, 8 en 9), Amer (locaties 10, 11 en 12) en Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14). Per geografisch indeling is er een onderverdeling gemaakt in habitat naar morfologie en diepte: bank, stroombed, geul en in habitat naar stroomsnelheid: stromend, niet-stromend (tabel 2.1).

Tabel 2.1: De verschillende locaties ingedeeld naar habitat, diepte ten opzichte van NAP, stroming en geografische ligging.

nr	locatie	habitat	diepte t.o.v. NAP	stroming	code	gebied
1	Slijkplaat	bank	14	-	HV	Haringvliet
2	Slijkplaat	stroombed	53	-	HV	Haringvliet
3	Aardappelgat	geul	127	-	HV	Haringvliet
4	Willemstad	bank	15	-	HD-w	Hollandsch Diep-west
5	Willemstad	stroombed	68	-	HD-w	Hollandsch Diep-west
6	Willemstad	geul	128	-	HD-w	Hollandsch Diep-west
7	Moerdijk	stroombed	63	-	HD-o	Hollandsch Diep-oost
8	Anna Jacominaplaat	stroombed	63	-	HD-o	Hollandsch Diep-oost
9	Anna Jacominaplaat	geul	103	-	HD-o	Hollandsch Diep-oost
10	Drimmelen	stroombed	56	+	Am	Amer
11	Amercentrale	stroombed	45	+	Am	Amer
12	Spijkerboor	stroombed	24	-	Am	Amer
13	Nieuwe Merwede	stroombed	46	+	NM	Nieuwe Merwede
14	Nieuwe Merwede	bank	26	+	NM	Nieuwe Merwede

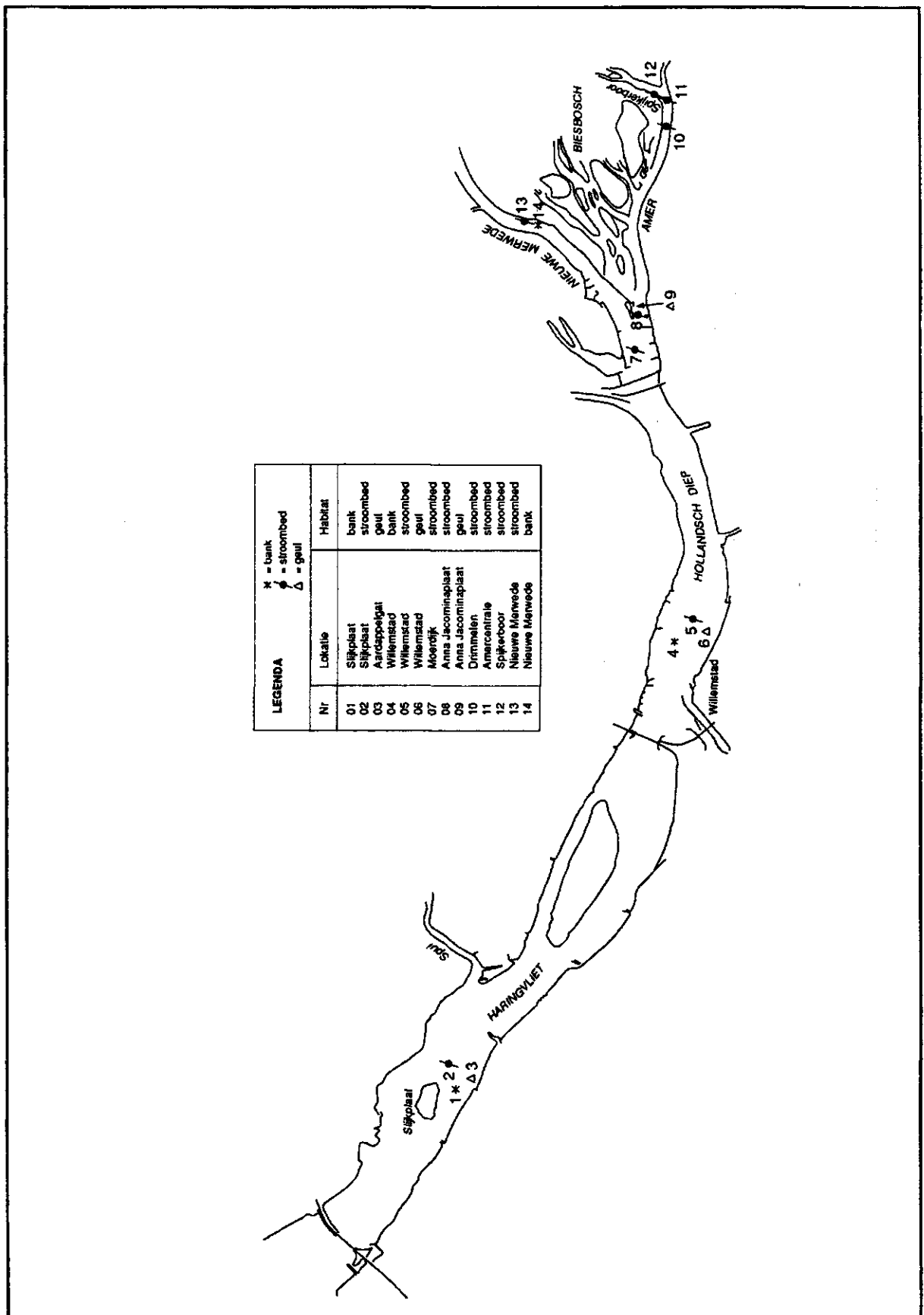


Fig. 2.1: Overzichtskaart Haringvliet - Hollandsch Diep - Biesbosch. Bemonsteringsgebieden: zie tabel 2.1.

De volgende criteria zijn hierbij gehanteerd. Een bank is een zandige opwas van maximaal 3 m diep; een stroombed is een vlak gebied op gemiddelde diepte en een geul is een plaatselijke verdieping (figuur 2.2).

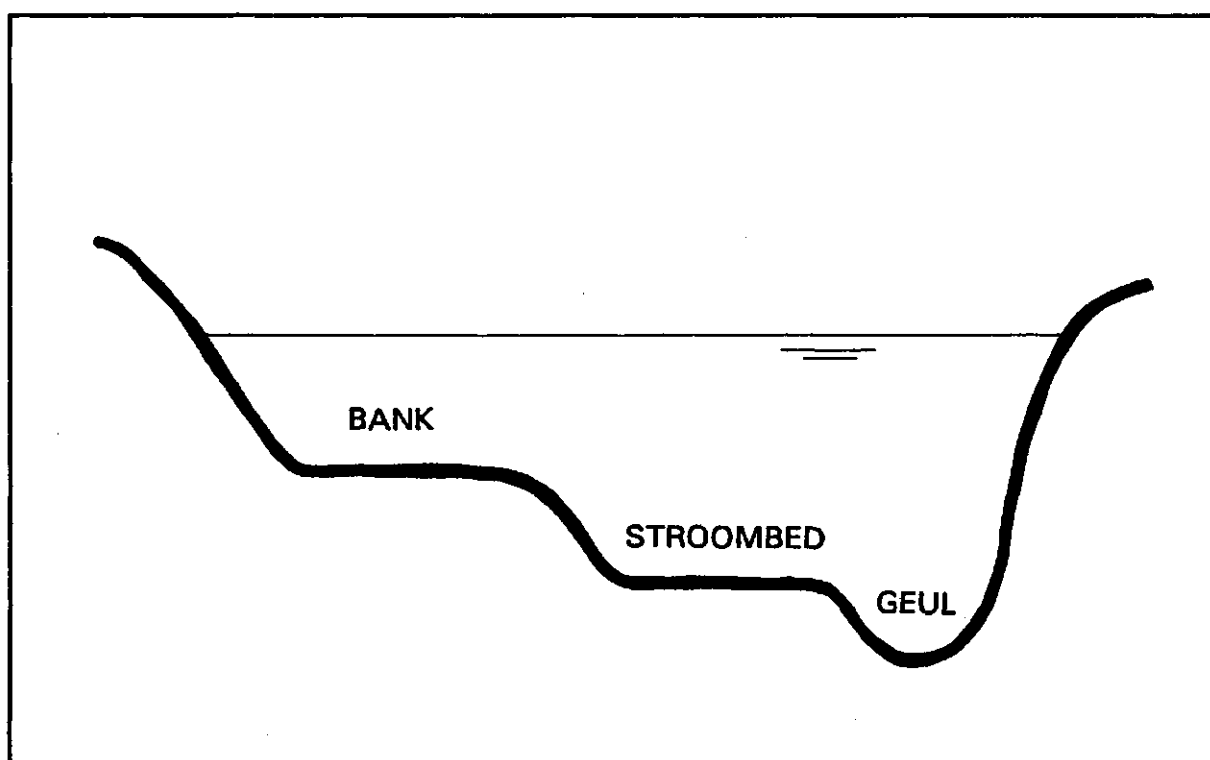


Fig. 2.2: Schematische weergave van de habitats bank, stroombed en geul.

2.2 Bemonstering

2.2.1 Sedimentanalyses

Per locatie is in 1989 een bodemonmonster genomen bestemd voor chemische analyse. De analyses zijn uitgevoerd door ALcontrol. Geanalyseerd werden korrelgrootteverdeling, pH (KCl), droge stofgehalte, organisch stofgehalte, calciatgehalte, arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, nikkel, lood, zink, PAK's, pesticiden/PCB's en EOC1. De zware metalen, arseen en kwik zijn geanalyseerd volgens de NEN-methode NEN 6465; olie volgens NEN 6673; PAK's volgens VPR C85-11; pesticiden/PCB's volgens VPR C85-16; EOC1 volgens VPR C85-15. De korrelgrootteverdeling, pH en calciatgehalte zijn volgens de IB-methode bepaald.

Daar het droge stofgehalte geen betrouwbare maat is voor de constitutie (stevigheid) van het sediment is gezocht naar een betere parameter. Uit onderzoek van Kerkum (1991) kwamen aanwijzingen dat het watergehalte een betere maat is. Ter bepaling van het watergehalte in het sediment zijn in juni 1991 op alle locaties bodemonsters gestoken. Per locatie zijn door duikers 3 steken van het sediment genomen met perspex liners (diameter 6 cm). Na bemonstering zijn de liners zonder enige bewerking naar het laboratorium gebracht. Per liner is de hoogte van het bovenstaande water gemeten en het totaalgewicht bepaald. Na alleen het sediment overgebracht te hebben in een porseleinen schaal zijn de liners teruggewogen. Het natgewicht van het sediment is berekend uit het totaalgewicht minus gewicht van de liner minus het gewicht van het bovenstaande water. Het gewicht van het bovenstaande water werd berekend als hoogte van de waterkolom * diameter van de liner * soortelijk gewicht van water. Van het sediment werd de hoeveelheid droge stof bepaald door 48 uur bij 70°C te drogen. Voor het berekenen van het percentage water in het sediment werd het verschil tussen het gewicht van het natte en het droge sediment bepaald.

2.2.2 Macrofauna

Inventarisatie 1988:

Per locatie zijn in augustus en november 1988 10 steken met een Reineck box-corer (doorsnede 30 cm) gestoken. Aan boord van een schip is per steek de bovenste 10 cm gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 500 μ m. Het residu in de zeef is geconserveerd in 6% formaldehyde. Verdere verwerking geschiedde in het laboratorium. Met behulp van een lichtbak zijn de organismen gesorteerd. Van iedere steek zijn de volgende diergroepen gesorteerd en geteld: Chironomidae, Oligochaeta, Mollusca, Crustacea en overige diergroepen. Van dit voorschrift is soms enigszins afgeweken:

- In plaats van 10 steken zijn er op locatie 5 in augustus 8 steken uitgezocht.
- In plaats van 10 steken zijn er 6 steken genomen. In november geschiedde dit op de locaties 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 en 14.
- In augustus zijn bij het sorteren van de monsters de 10 steken als 1 monster beschouwd bij de locaties 3, 4, 6, 7 en 8;
- Ten gevolge van de grote aantallen Oligochaeta op de locaties 5 t/m 14 van de monsters gestoken in augustus is besloten deelmonsters te nemen: in iedere steek van de locaties 5 t/m 14 zijn willekeurig 10 individuen gedetermineerd. Het totaal aantal individuen per soort per steek is berekend aan de hand van het percentage gedetermineerde individuen per soort maal het totaal aantal getelde individuen;

Determinatie vond plaats met behulp van een binoculair (7,5 - 64x) en een stereo-lichtmicroscop (maximale vergroting 1.000x).

- De Chironomidae (vedermuggen) zijn gedetermineerd met behulp van de tabel van Moller Pillot (1984), Webb & Scholl (1985) en Klink (1981);
- de Oligochaeta (borstelwormen) met de tabel van Brinkhurst & Jamieson (1971), Brinkhurst (1971) en Sperber (1980);
- de Mollusca (mosselen) zijn gedetermineerd door de heer T. Meyer te Alkmaar;
- de Hirudinea (bloedzuigers) met de tabel van Dresscher (1982);
- de Trichoptera (kokerjuffers) met de tabel van Higler (1981);
- de Crustacea (kreeftachtigen) met de tabel van Gledhill (1976);
- de Ephemeroptera (haften) met de tabel van Macan (1979) en
- de Mysidacea (aasgarnalen) met de tabel van Borghouts-Biersteker (1983).

Inventarisatie Mollusca 1990:

In november en december 1990 is onderzoek verricht naar de verspreiding van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en Unionidae (*Anodonta anatina* en *Unio pictorum*) in het Haringvliet en Hollandsch Diep-gebied. Daarbij zijn de gebieden in raaien verdeeld. Regelmatig verdeeld over de raaien zijn monsters genomen en wel zodanig dat in het Haringvliet-west 100 monsters, in het Haringvliet-oost 300 monsters, in het Hollandsch Diep-west 300 monsters en in het Hollandsch Diep-oost 100 monsters met een Van Veen-happer (oppervlakte = 0,052 m²) genomen zijn. Elk monster bestond uit één hap. Van elk monster werd met een maatcilinder (250 ml) aan boord van een schip het waterverplaatst volume gemeten en het aantal individuen geschat. Dertig willekeurig gekozen monsters werden in plastic zakken gedaan. Op het laboratorium werden deze monsters ingevroren (- 18 °C).

2.3 Biomassabepaling

Inventarisatie 1988:

Per gedetermineerd individu zijn van de Chironomidae, Oligochaeta en Mollusca resp. lengtemeting (top van het labrum tot aan het laatste abdominale segment), meting van de diameter van segment 11 en de schelpenlengte uitgevoerd.

Aan de hand van biomassabepalingen via het bepalen van het biovolume aan Chironomidae en Oligochaeta (Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992) werden de individuele biomassa's in asvrijdrooggewicht per soort berekend. Een korte beschrijving van de methode voor deze twee taxa, alsmede enkele figuren zijn weergegeven in bijlage I.

In 1987 zijn in een eerder onderzoek lengte-biomassa regressielijnen bepaald aan Mollusca. Hiertoe zijn Mollusca verzameld van de Boerenplaat, Slijkplaat en Ventjagersplaat (alle gelegen in het Haringvliet) en geconserveerd in 70% ethanol. Van elk individu is de schelpenlengte op 0,1 mm nauwkeurig gemeten. Vervolgens zijn de organismen gesorteerd op familie en schelpenlengteklasse. Per lengteklasse zijn de schelpen gedroogd gedurende 7 uur bij 70°C. Na afgekoeld te zijn tot kamertemperatuur in een exsiccator is het drooggewicht bepaald door de schelpen te wegen op een microbalans (Mettler AE 200) met een nauwkeurigheid van 0,1 mg. De schelpen zijn gedurende 2 uur bij 520°C verast in een moffeloven (Heraeus). Vervolgens zijn de schelpen in een exsiccator gedurende een half uur afgekoeld tot kamertemperatuur. Het asgewicht werd bepaald door de schelpen te wegen op bovengenoemde microbalans. Het asvrijdrooggewicht (AFDW) werd bepaald door het drooggewicht van het asgewicht af te trekken. Vervolgens werd het AFDW gerelateerd aan de schelpenlengteklasse door middel van een regressielijn. In bijlage I staan de correlaties tussen schelpenlengte en asvrijdrooggewicht per familie vermeld. Met deze lijnen uit 1987 zijn de biomassa's van de verschillende Mollusca families in dit onderzoek bepaald.

Smit, Dudok van Heel & Wiersma (1992) hebben aangetoond dat biomassabepalingen via het biovolume een onderschatting van 12% voor de Chironomiden te zien geeft. De regressielijnen voor de Chironomidae zijn in deze studie gebruikt zonder een correctiefactor toe te passen. Door het gebruik van het ophelderingsmiddel levulose-siroop bij de determinatie van de Oligochaeta wordt een onderschatting van $\pm 37\%$ van de biomassa gemaakt (Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992). Deze onderschatting is erg groot. Daarom zijn de biomassagegevens van de Oligochaeta gecorrigeerd met de factor 1,6.

Leuven et al. (1985) hebben aangetoond dat het verassen van in alcohol geconserveerde *Radix peregra f. ovata* (Gastropoda, Mollusca) een biomassa-onderschatting te zien geeft. Aangezien de regressielijnen van de Mollusca uit deze studie zijn verkregen uit het verassen van geconserveerde organismen is er aangenomen dat er een bepaalde onderschatting gemaakt is. Hanson & Leggett (1986) hadden een experiment uitgevoerd, waarbij ze het gewichtsverlies van *Bivalvia* bepaalden vóór conservering en na 6 maanden conservering in 2% formaldehyde. Zij toonden aan dat er een gewichtsverlies optrad van 47%. In dit geval moet er een correctiefactor van 1,9 toegepast worden. Het gewichtsverlies van Gastropoda hadden zij niet bepaald. Leuven et al. (1985) toonden aan dat *Radix peregra f. ovata* geconserveerd in 70% alcohol na 3 maanden een gewichtsverlies vertoonde van 17,2% tot 22%. Uit deze gegevens kan een gemiddelde correctiefactor van 1,2 berekend worden. Aangezien in deze studie de Mollusca geconserveerd zijn in 70% ethanol is hier gekozen voor het toepassen van de correctiefactor 1,2.

Inventarisatie Mollusca 1990:

In het laboratorium werden de dertig monsters ontdood. Van ieder monster zijn de volgende organismen gesorteerd en geteld: *Dreissena polymorpha*, *Anodonta anatina* en *Unio pictorum*. De schelpenlengte is per individu met behulp van een schuifmaat gemeten. Per deelgebied werden de organismen in oplopende lengteklassen van 1 mm in potjes verzameld en geconserveerd in 6% formaldehyde. Vervolgens is per lengteklasse het asvrijdrooggewicht bepaald. Het bepalen van het asvrijdrooggewicht van *Dreissena polymorpha* en Unionidae heeft op de bovengenoemde methode plaatsgevonden, met dien verstande dat ten gevolge van de grotere afmetingen van de schelpen het drooggewicht bepaald is door gedurende 48 uur bij 105°C te drogen. Het asgewicht van de Unionidae is bepaald door gedurende 3 uur bij 520 °C te verassen. Verder zijn de Unionidae gewogen op een bovenweger (Mettler PC 180) met een nauwkeurigheid van 1 mg. In bijlage I staan de correlaties tussen schelpenlengte en asvrijdrooggewicht per soort vermeld.

Per individu is een gemiddeld asvrijdrooggewicht berekend. De som van de individuele asvrijdrooggewichten per monster vertegenwoordigde het asvrijdrooggewicht per soort per monster.

Het in het laboratorium bepaalde asvrijdrooggewicht werd gerelateerd aan het aan boord gemeten waterverplaatst volume met behulp van lineaire regressie.

$$AFDW = a * V + b$$

waarin:

V	=	watervcrplaatst volume	[ml]
AFDW	=	asvrijdrooggewicht	[g]
a	=	constante	[-]
b	=	constante	[-]

De verkregen relatie werd gebruikt om een biomassa-schatting te doen aan de hand van de andere gemeten mosselvolumina.

2.4 Verwerking van de gegevens

2.4.1 Sedimentanalyse

Er is een verontreinigingsgraad toegekend aan het sediment van de bemonsterde locaties volgens de interimnormering van de Rijkswaterstaat.

De dwarsprofielgemiddelde stroomsnelheid op de locaties is berekend met behulp van het computerprogramma ZWENDL.

2.4.2 Macrofauna

Algemeen:

De gemiddelden en standaardfouten van dichtheden [n/m^2] en asvrijdrooggewichten [mg/m^2] zijn per familie berekend. Tevens zijn de relatieve dichtheden en biomassa's per locatie berekend.

Variantie-analyse en Pearson-correlatiecoëfficiënt:

De gegevens zijn statistisch verwerkt met het computerprogramma SPSS/PC+. Hierbij is een variantie-analyse toegepast met twee indelingen om te bepalen of er aan de hand van de werkelijk gevonden aantallen en berekende individuele biomassa per steek per locatie een gebieds- c.q. habitatvoorkeur van de verschillende soorten bestaat. Verder zijn de Pearson-correlatiecoëfficiënten van de verschillende fysisch-chemische parameters bepaald.

Correlatie tussen macrofauna en milieuparameters:

De dichtheid per soort is gecorreleerd met de milieufactoren met behulp van het ordinatie-computerprogramma CANOCO. Daar van een aantal soorten de biomassa niet berekend kon worden is er geen ordinatiediagram met behulp van de biomassagegevens gemaakt.

Voor een nadere uitleg van het programma CANOCO wordt verwezen naar bijlage VI. Met behulp van ordinatie-technieken binnen dit programma (PCA, CCA en de Monte Carlo-permutatietoets) kunnen zowel de soorten als de bemonsteringspunten volgens een onderliggende milieugradiënt gerangschikt worden langs zogenaamde ordinatie-assen. De soorten en locaties worden als punten weergegeven. De milieuparameters worden als vectoren weergegeven.

Echter om CANOCO te kunnen gebruiken moet aan een aantal voorwaarden voldaan zijn. Eén van deze voorwaarden is dat de als vectoren weergegeven milieuparameters niet significant met elkaar gecorreleerd mogen zijn en dat het aantal locaties groter moet zijn dan het aantal milieuparameters. Om te bepalen of de milieuparameters sterk correleren is gebruik gemaakt van gestandaardiseerde PCA. PCA (Principal Components Analysis) is een indirecte gradiënt-analyse, waarbij verondersteld wordt dat er een lineair verband bestaat tussen de milieuparameters en de ordinatie-assen (bijlage VI).

De grafische weergave van een PCA-ordigram bestaat uit een biplot, waarbij de milieuparameters weergegeven worden door vectoren. In een biplot is de eerste ordinatie-as de X-as en de tweede ordinatie-as de Y-as. De verschillende milieuparameters zijn positief gecorreleerd indien de richting en de lengte van de vectoren sterk overeenkomen. Evenals bij de weergave van een PCA-ordigram wordt een CANOCO-ordigram weergegeven als een biplot, waarbij de soorten en locaties, voorgesteld als punten, geordend worden langs de belangrijkste eerste en tweede ordinatie-assen. De milieuparameters worden als vectoren weergegeven. Met behulp van een aantal regels kunnen de ordinatiediagrammen geïnterpreteerd worden (Jongman et al., 1987):

- * De relatie van een soort (locatie) met een variabele is te bepalen door de soort (locatie) loodrecht te projecteren op de vector. De afstand van de soort (locatie) ten opzichte van de vector is relatief.
- * Indien het projectiepunt van de soort (locatie) op de vector aan dezelfde zijde als waar de pijlpunt ligt, bestaat er een positieve correlatie met de soort (locatie) en de milieuvariabele.

- * Indien de oorsprong tussen het projectiepunt van de soort (locatie) op de vector en de pijlpunt ligt, bestaat er een geringe of een sterke negatieve correlatie met de soort (locatie) en de milieuvariabele.
- * Indien soorten (locaties) rondom de oorsprong gerangschikt zijn bestaat er weinig correlatie met de ordinatie-assen.
- * De lengte en de richting van de vectoren van de onderliggende milieugradiënten is belangrijk. Milieuvariabelen met lange vectoren zijn sterker gecorreleerd met de ordinatie-assen dan degene met korte vectoren.

Monte Carlo-permutatietoets:

De Monte Carlo-permutatietoets is gebruikt om de respons van de soorten op de verschillende milieuparameters afzonderlijk statistisch te toetsen (zie bijlage VI). Om te toetsen of de parameters significant gecorreleerd zijn met de soortensamenstelling is de ordening, verkregen in de CANOCO-ordigram, vergeleken met 100 andere ordeningen. Deze andere ordeningen zijn fictief. Gewerkt is met een betrouwbaarheidsgrens van 90%. Indien meer dan 10% van deze fictieve ordeningen een betere ordening van de soorten opleverde dan werd de ordening niet significant verschillend van de willekeurige ordening beschouwd. De toetsingsgrootte is de eigenwaarde van de assen.

Biologische indices:

In deze studie is getracht de mate van vervuiling uit te drukken in een biologische index. Dit in verband met het mogelijke gebruik van indicatiewaarden van macrofauna voor waterbodemonverontreinigingen. In deze studie zijn een aantal indices en parameters onderzocht:

- * de dichtheid van de Chironomidae,
- * de individuele biomassa van de Tubificidae,
- * de verhouding tussen de Chironomidae en de Tubificidae,
- * de verhouding tussen *Procladius* sp. en *Chironomus* sp.

3. RESULTATEN

3.1 Sedimentanalyse

3.1.1 Textuur

Aan de hand van de analyse van de korrelgrootteverdeling (bijlage II) is een onderscheid gemaakt in zandrijke (korrelgrootte $> 63 \mu\text{m}$) en slibrijke bodems (korrelgrootte $< 63 \mu\text{m}$) (tabel 3.1). De resultaten van de watergehalten staan eveneens in tabel 3.1 vermeld.

Tabel 3.1: De korrelgrootteverdeling, het bodemtype en het watergehalte per locatie.

locatie	korrelgrootteverdeling		bodemtype	watergehalte [%]
	$< 63 \mu\text{m}$ [%]	$> 63 \mu\text{m}$ [%]		
1	26,4	73,6	Z	22,4
2	16,4	83,6	Z	46,5
3	94,6	4,4	S	63,5
4	18,4	81,6	Z	21,9
5	39,4	60,6	Z	32,9
6	98,7	1,4	S	75,7
7	89,9	10,1	S	73,1
8	97,8	2,3	S	80,5
9	98,3	1,8	S	78,9
10	93,6	7,0	S	51,0
11	83,8	16,2	S	30,4
12	63,4	36,4	S	68,3
13	66,8	33,2	S	32,6
14	89,9	10,1	S	54,4

Z = zandrijke bodem
S = slibrijke bodem

Uit tabel 3.1 blijkt dat de locaties 1 en 2 in het Haringvliet en de locaties 4 en 5 in het Hollandsch Diep-west zandige sedimenten bevatten. Juist deze sedimenten blijken een laag watergehalte te bezitten. Locaties met een waterbodem met een hoog slibgehalte (locaties 3, 6, 7, 8, 9, 10 en 14) bevatten een relatief hoog watergehalte.

3.1.2 Verontreiniging

Klasse-indeling:

Aan de hand van chemische analyses (bijlage II) is aan de bemonsterde locaties een verontreinigingsgraad toegekend volgens de interimnormering van RWS (tabel 3.2). Hierbij is klasse I het minst en klasse IV het zwaarst verontreinigd.

Tabel 3.2: Klasseindeling van de verschillende sedimenten volgens de interimnormering RWS.

locatie	vervuilings- klasse
1	III
2	IV
3	IV
4	I
5	IV
6	IV
7	IV
8	IV
9	IV
10	IV
11	IV
12	IV
13	II
14	IV

Hieruit blijkt dat alleen de locaties 4 en 13 een niet tot weinig verontreinigd sediment bevatten. Verder is deze klasseindeling weinig differentiërend.

Data-analyse:

Een nadere beschouwing kan beter gemaakt worden aan de hand van de chemische analyse in bijlage II. Algemeen kan gezegd worden dat de pesticideconcentraties weinig onderscheidend zijn, omdat alle waarden onder de detectiegrens lagen. Toch bestonden er grote verschillen in concentraties van de verschillende toxische stoffen tussen de klasse IV locaties. Dit werd enerzijds veroorzaakt door verschillen in slibgehalte en anderzijds door verschillen in organisch stofgehalte.

Zo zijn de gehalten aan zware metalen en olie vooral gecorreleerd met het percentage deeltjes < 16 μm . De gehalten aan organische microverontreinigingen zijn daarentegen vooral gecorreleerd met het organisch stofgehalte.

In tabel 3.3 zijn de gecorrigeerde gehalten volgens de interim-normering van RWS en de niet gecorrigeerde gehalten aan olie, zink, totaal PCB's en totaal PAK's weergegeven. Hierbij is zink als vertegenwoordiger van de zware metalen gekozen. In de bijlagen II.3 en II.4 staan de gecorrigeerde waarden van alle parameters weergegeven.

Tabel 3.3: De werkelijke en de gecorrigeerde gehalten volgens de interim-normering van RWS aan olie, zink, totaal PAK's, totaal PCB's, deeltjes < 16 μm en organisch stof per locatie.

locatie	olie [mg/kg ds]		zink [mg/kg ds]		totaal PAK [mg/kg ds]		totaal PCB [mg/kg ds]		deeltjes < 16 μm [%]	organisch stof [%]
	werkelijk	gecorrigeerd	werkelijk	gecorrigeerd	werkelijk	gecorrigeerd	werkelijk	gecorrigeerd		
1	< 10	-	57	80	0,33	1,65	0,01	0,05	22,7	< 0,5
2	95	475	220	393	0,98	4,90	0,13	0,65	13,5	1,7
3	250	417	750	529	3,60	6,00	0,18	0,30	78,8	6,0
4	< 10	-	51	94	-	-	< 1	-	13,4	< 0,5
5	18	86	210	410	2,34	11,14	0,19	0,91	27,6	2,1
6	1.000	1.351	830	1.590	4,33	5,85	0,30	0,41	97,4	7,4
7	180	290	500	1.039	6,00	9,68	0,29	0,47	85,9	6,2
8	1.600	2.025	930	1.918	5,99	7,58	0,21	0,27	85,2	7,9
9	1.600	1.882	940	1.767	6,43	7,56	0,29	0,34	88,0	8,5
10	3.100	3.827	1.700	3.359	7,98	9,85	0,49	0,60	74,2	8,1
11	750	1.315	780	1.723	5,15	9,04	0,25	0,44	68,2	5,7
12	720	1.714	550	1.247	4,15	9,88	0,16	0,38	46,3	4,2
13	51	54	120	214	0,21	0,22	-	-	63,7	9,4
14	4.600	2.421	2.300	3.642	15,30	8,05	2,24	1,18	88,3	19,0

Uit tabel 3.3 blijkt dat als het percentage organisch stof en sedimentdeeltjes < 16 μm hoog is, de vervuilingsgraad van het sediment hoog is (locaties 6, 7, 8, 9, 10 en 14). Daarentegen als het organisch stofgehalte (locatie 13) of het percentage deeltjes < 16 μm hoog is (locatie 3) er minder olie, zware metalen of organische micro's aan het sediment gehecht is. Wat betreft deze parameters is vooral locatie 14 zeer sterk verontreinigd. Eveneens sterk vervuild, maar minder dan locatie 14 zijn de locaties 6, 7, 8, 9 en 10.

3.1.3 Stroming

Een dwarsprofielgemiddelde stroomsnelheid is aan de hand van de gemiddelde afvoergegevens ($Q = 2.200 \text{ m}^3/\text{s}$) bij Lobith met behulp van het computerprogramma ZWENDL berekend.

Tabel 3.4: De gemiddelde berekende stroomsnelheid per locatie.

locatie	stroomsnelheid [cm/s]
1	3
2	3
3	3
4	5
5	5
6	5
7	13
8	0
9	0
10	18
11	18
12	0
13	38
14	38

Uit tabel 3.4 blijkt dat de rivieren Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14) en Amer (locaties 10 en 11) een relatief hoge stroomsnelheid hebben. Daar waar de rivieren bij elkaar komen in het Hollandsch Diep (locatie 7) neemt de stroomsnelheid af. Verder westwaarts (locaties 1 t/m 6) neemt de stroming verder af. De locaties 8, 9 en 12 liggen in de Brabantse Biesbosch, buiten het stroombed van de riviertakken. Ten gevolge hiervan bezitten deze locaties een gemiddelde stroomsnelheid van 0 cm/s.

3.2 Macrofauna

3.2.1 Inventarisatie 1988

3.2.1.1 Absolute dichtheid en biomassa per diergroep

Algemeen:

De gemiddelden en standaardfouten van dichtheden [n/m^2] en asvrijdrooggewichten [mg/m^2] zijn per familie berekend en weergegeven in de figuren 3.1 t/m 3.7. De soortspecifieke waarden zijn weergegeven in bijlage III. Daar de gegevens per soort een duidelijke seizoensinvloed laten zien zijn de resultaten per bemonsteringsperiode apart weergegeven.

Uit de figuren 3.1 t/m 3.7 blijkt dat over het algemeen de dichtheden en biomassa's in augustus hoger zijn dan in november. Een algemene uitzondering hierop zijn Tubificidae zonder haren en de slak *Valvata piscinalis*. Deze taxa kwamen in november in grotere dichtheden en biomassa's voor dan in augustus.

Chironomidae:

Van de Chironomidae werden de hoogste dichtheden gevonden in augustus op de locaties 1, 3 en 13 resp. 359, 398 en 259 [n/m^2]. In november werden lagere dichtheden gevonden, namelijk $\pm 100 n/m^2$ op de locaties 2, 3 en 13, en $\pm 300 n/m^2$ op locatie 1. De biomassa-gegevens lieten een zelfde beeld zien. Het valt op dat op de locaties 3 en 13 300-400 n/m^2 een lagere biomassa vertegenwoordigden ($\pm 150 mg/m^2$) dan op locatie 1 (350 n/m^2 -480 mg/m^2). Op de locaties 6, 7, 8 en 9 kwamen zeer lage dichtheden en biomassa's voor.

Tubificidae:

De Tubificidae zonder haren zijn alom vertegenwoordigd en dichtheden en biomassa's verschilden weinig tussen de locaties. Alleen op locatie 1 zijn ze sterk ondervertegenwoordigd en op locatie 5 zijn ze sterk oververtegenwoordigd. De Tubificidae met haren daarentegen zijn weinig tot niet aanwezig in het oostelijk deel van het onderzoekgebied. Ook deze groep vertoonde de hoogste dichtheden en biomassa's op locatie 5. Op de locaties 2 en 3 zijn ze ook in hoge dichtheden en biomassa's aanwezig.

Hydrobiidae:

De Hydrobiidae kwamen vooral voor in het Hollandsch Diep-oost (locaties 7, 8 en 9) en de Amer (locaties 10 en 11). De afwezigheid op de locaties in de Nieuwe Merwede en het Haringvliet is frappant.

Sphaeriidae:

Sphaeriidae, waaronder voornamelijk *Pisidium sp.*, kwamen talrijk voor op de locaties 1, 4, 5, 10 en 11 en zijn vrijwel geheel afwezig op de locaties 6, 7, 8, 9, 13 en 14. Op de locaties 2 en 3 kwam deze soort in gemiddelde dichtheden voor resp. 86 en 123 [n/m²] in augustus en 77 en 75 [n/m²] in november.

***Valvata piscinalis*:**

Valvata piscinalis is het meest talrijk aangetroffen in het Hollandsch Diep-west (locatie 4 en 5) en het Spijkerboor (locatie 12) in slibhoudende en slibrijke sedimenten. Op locatie 6 kwam in november een hoge biomassa voor.

Dreissena polymorpha:

Uit figuur 3.7 blijkt dat *Dreissena polymorpha* zeer talrijk was op locatie 5 en op vrijwel alle andere locaties weinig tot niet aanwezig was. De gegevens van *Dreissena polymorpha* moeten met enige voorzichtigheid bekeken worden, omdat bijvoorbeeld op locatie 4 in augustus circa 5 ± 5 n/m² voorkwamen, terwijl dit in november circa 70 ± 70 n/m² was. De standaardfout laat zien dat er een grote onbetrouwbaarheid bestaat over het gemiddeld voorkomen. Bekend is dat deze organismen zeer geclusterd voorkomen en figuur 3.7 geeft aan dat een gemiddelde van zelfs 10 steken onvoldoende informatie geeft over de mate van voorkomen. Zeker is wel dat op locatie 5 zoveel driehoeksmosselen voorkwamen dat deze locatie als een driehoeksmossellocatie geïnterpreteerd mag worden.

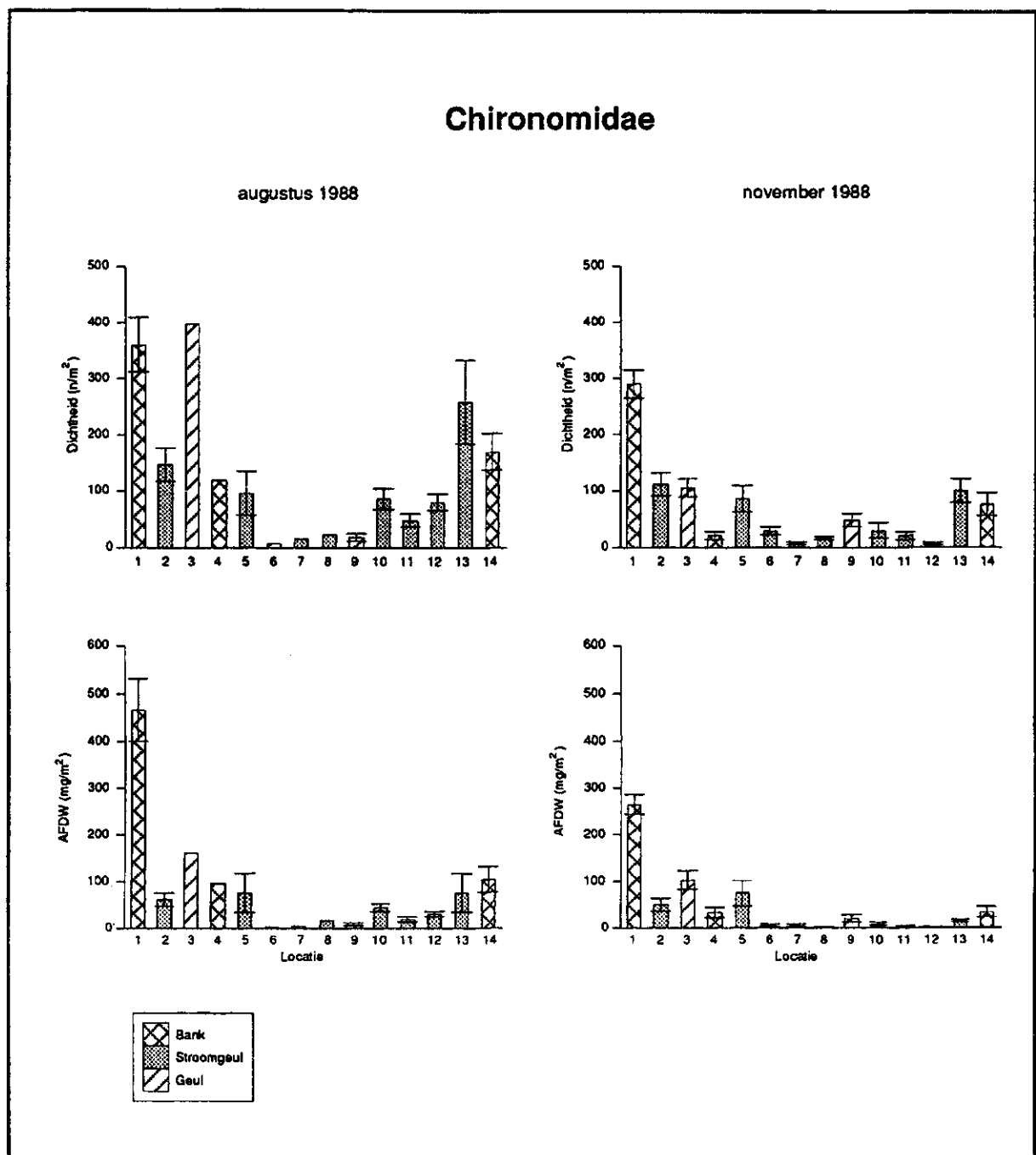


Fig. 3.1: De dichtheden en biomassa's van Chironomidae op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

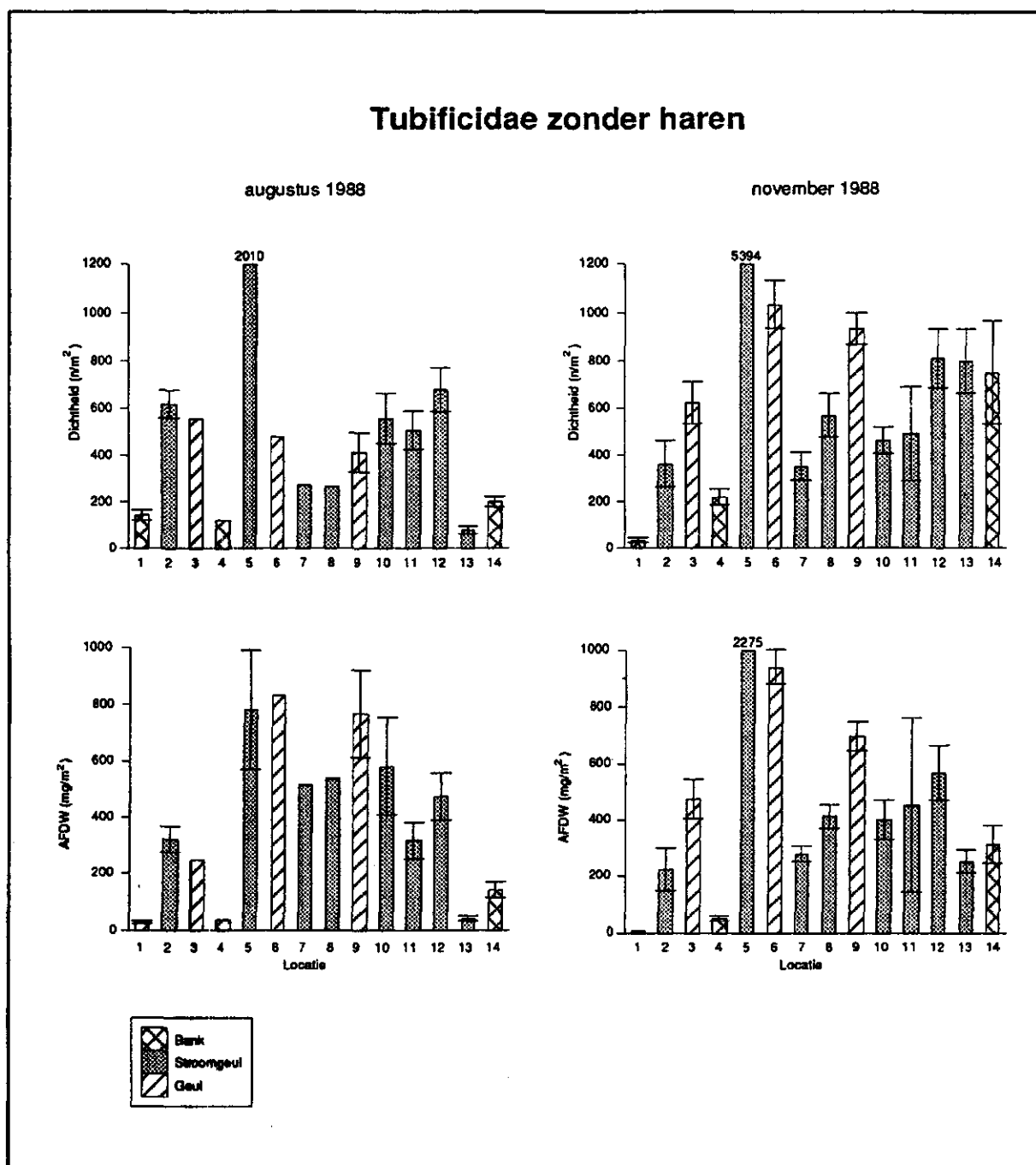


Fig. 3.2: De dichtheden en biomassa's van Tubificidae zonder haren op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

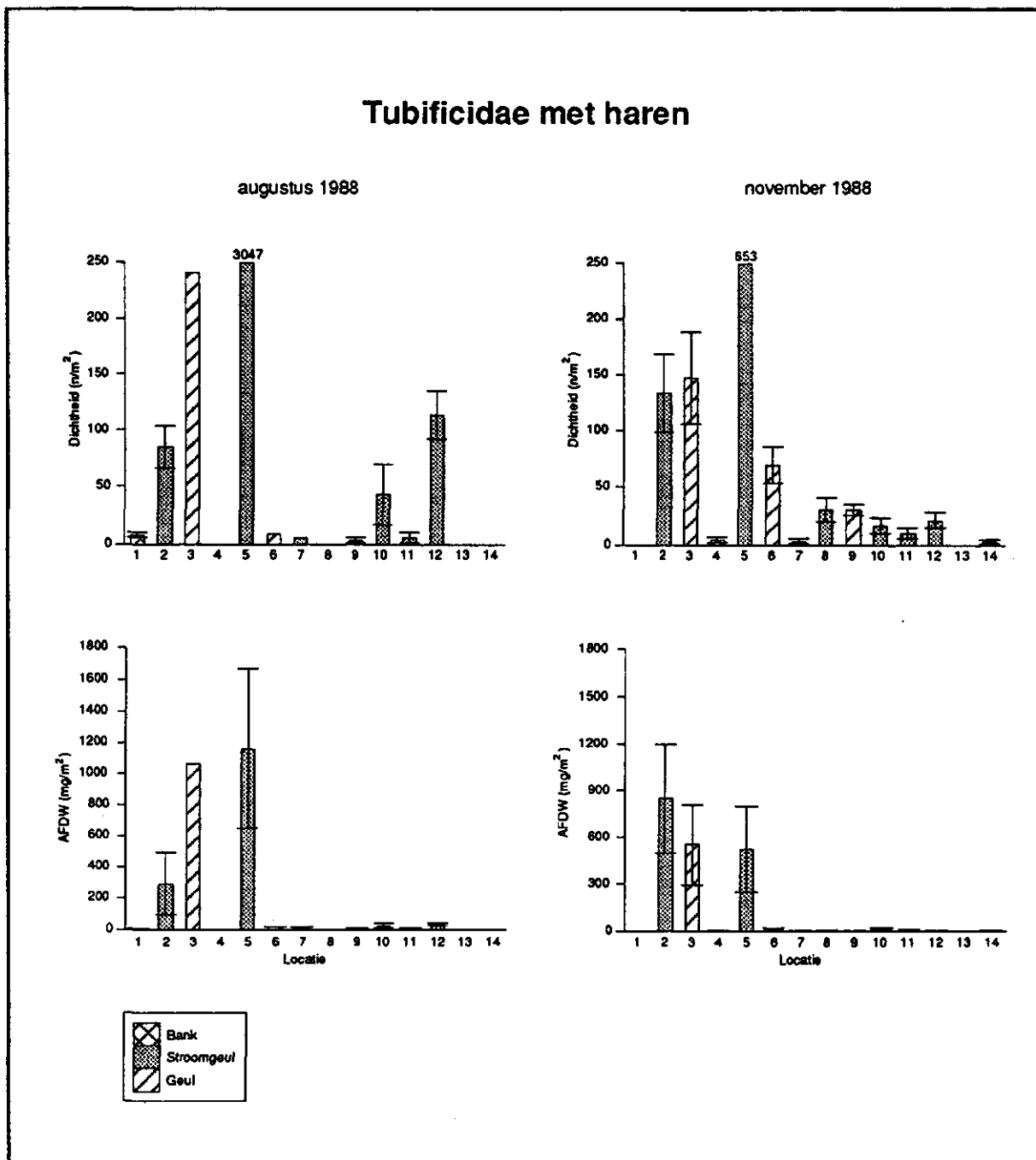


Fig. 3.3: De dichtheden en biomassa's van Tubificidae met haren op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

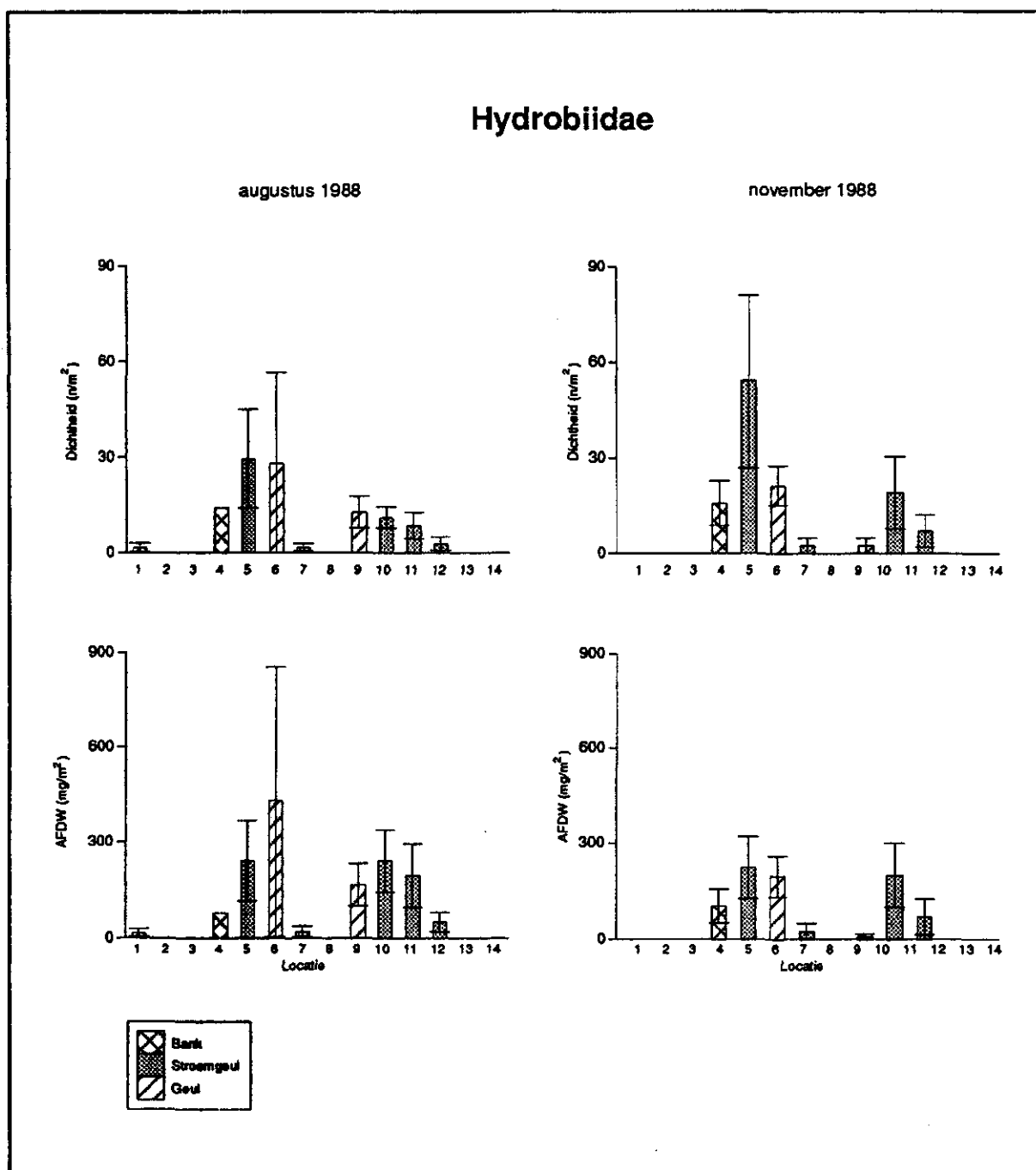


Fig. 3.4: De dichtheden en biomassa's van Hydrobiidae op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

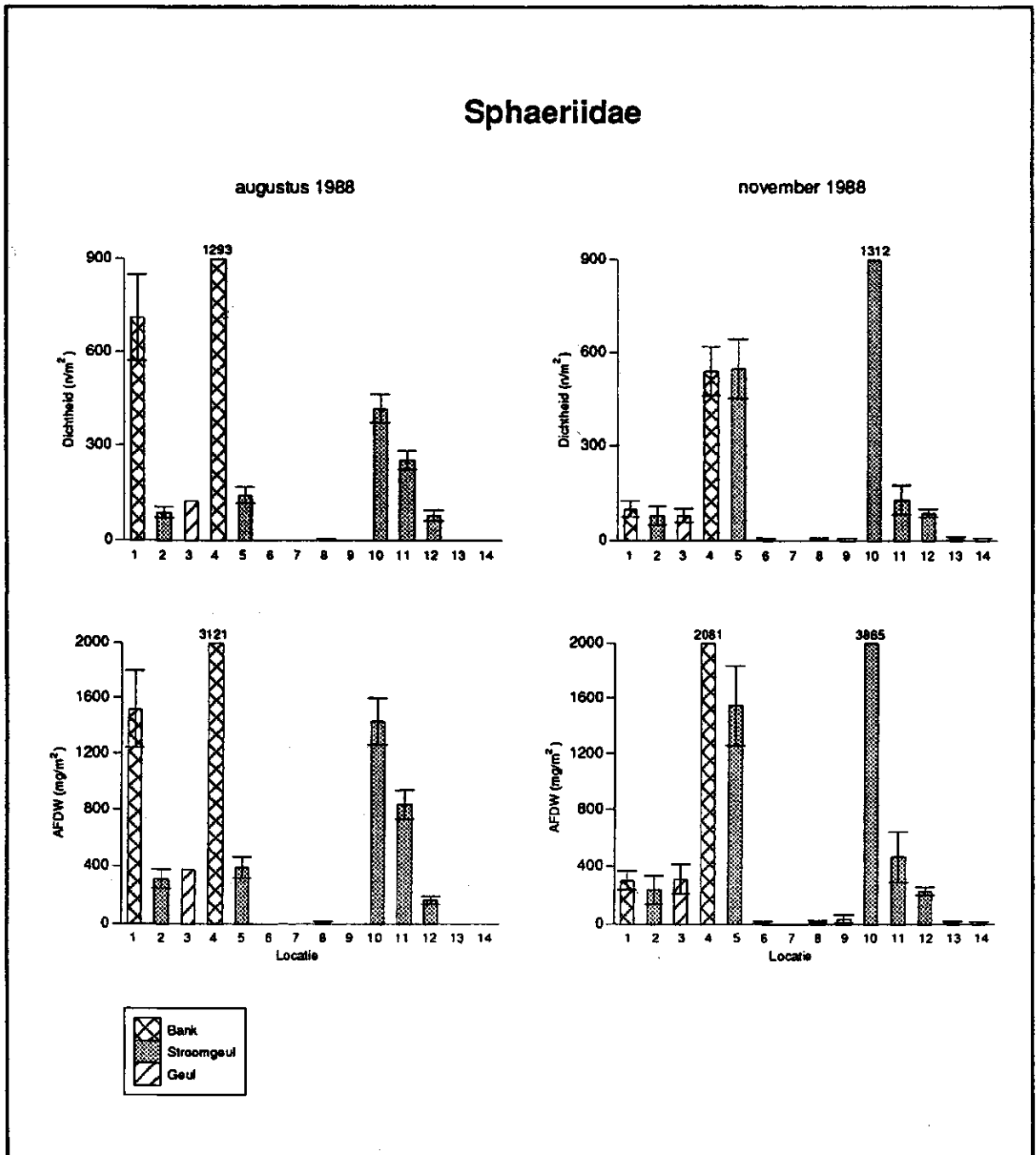


Fig. 3.5: De dichtheden en biomassa's van Sphaeriidae op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

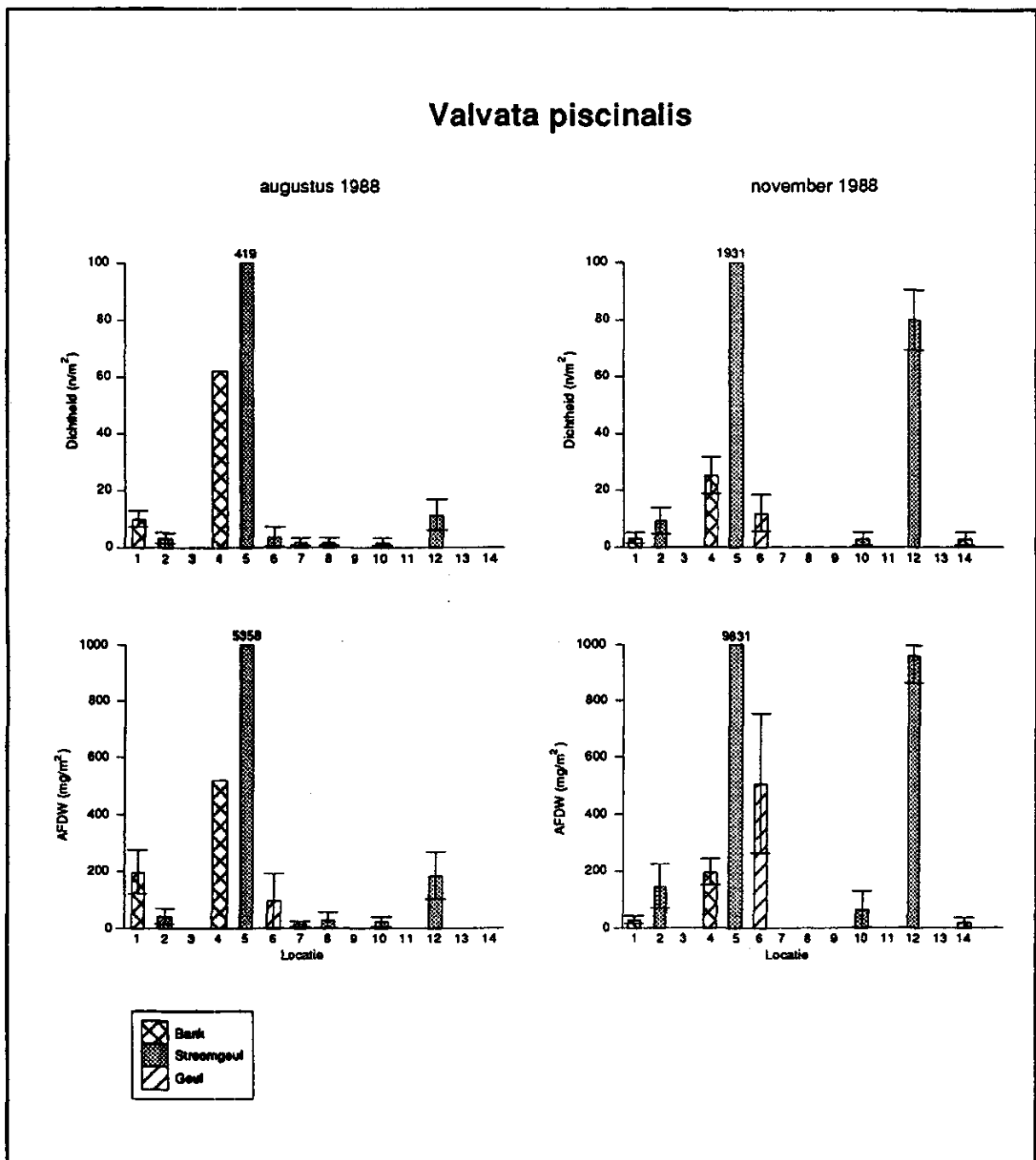


Fig. 3.6: De dichtheden en biomassa's van *Valvata piscinalis* op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

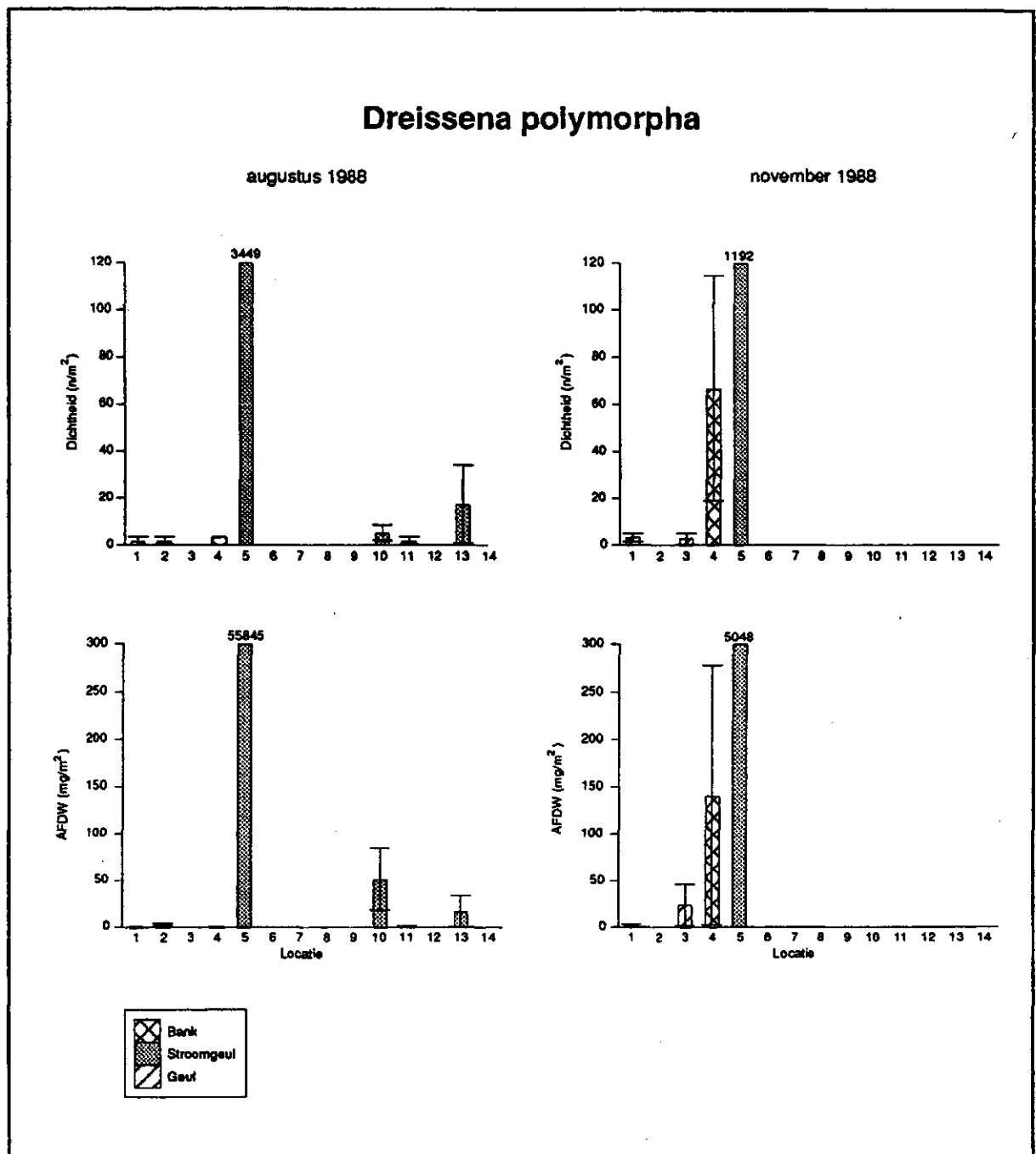


Fig. 3.7: De dichtheden en biomassa's van *Dreissena polymorpha* op 14 locaties in het Noordelijk Deltabekken (gemiddelde $\pm$ SE).

3.2.1.2 Relatieve dichtheid en biomassa per diergroep

Algemeen:

In de figuren 3.8 en 3.9 zijn de relatieve dichtheden [%] en biomassa's [%] weergegeven. Hierbij is een criterium gehanteerd dat families die minder dan 1% van een monster uitmaakten niet in de staafdiagrammen vermeld staan. In bijlage IV staan alle waarden vermeld. De locaties zijn gerangschikt naar geografische ligging en habitat. Patronen worden beschreven per locatiegroep. Uitgegaan wordt van de dichtheidsverdeling. De biomassaverdeling wordt genoemd als deze duidelijk afwijkt van de dichtheidsverdeling.

De relatieve dichtheid en biomassa per habitat vertoonden onderling grote verschillen. De Tubificidae zonder haren zijn op alle locaties abundant aanwezig behalve de locaties 1, 4 en 5.

Bank in het Haringvliet en het Hollandsch Diep-west (locaties 1 en 4):

De banken in het westelijk deel van het Hollandsch Diep en Haringvliet (locaties 1 en 4) werden in augustus gedomineerd door mollusken. Deze maakten resp. 60% en 80% deel uit van de totale dichtheid. De chironomiden maakten op locatie 1 voor circa 30% deel uit van de totale dichtheid. Op locatie 4 is het aandeel van de chironomiden kleiner dan op locatie 1. Locatie 1 en 4 verschilden in november sterk van elkaar. Locatie 1 bevatte circa 70% chironomiden, terwijl locatie 4 een zeer diverse levensgemeenschap vertoonde, waarbij vrijwel alle onderzochte diergroepen aanwezig waren.

Stroombed en geul in het Haringvliet (locaties 2 en 3):

Tubificide wormen vormden in augustus 70% en 60% van de totale dichtheid op resp. locatie 2 en 3. De chironomiden waren daarna de belangrijkste vertegenwoordigers. Op locatie 2 maakten zij voor 16% deel uit van de totale dichtheid; dit was op locatie 3 30%. Vooral de Tubificidae met haren hadden een groter aandeel in de relatieve biomassa. Op locatie 3 nam de relatieve dichtheid in november van de chironomiden met de helft af en nam deze bij de tubificiden tot 60% toe.

Mosselbank in het Hollandsch Diep-west (locatie 5):

Wederom blijkt dat locatie 5 een aparte plaats innam, zowel wat betreft de relatieve dichtheid (38% in augustus en 19% in november) als de relatieve biomassa (87% in augustus en 26% in november). In de kluitjes driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) leefden veel vijverpluimdragers (*Valvata piscinalis*) en Tubificidae met haren.

Slappe waterbodem Hollandsch Diep (locaties 6, 7, 8 en 9):

De locaties 6, 7, 8 en 9 zagen er qua relatieve dichtheid in augustus en november hetzelfde uit. De soortensamenstelling was op deze locaties in november iets gevarieerder. Toch werd de gemeenschap getypeerd als een zeer arme gemeenschap, waarbij de tubificiden zeer abundant ($\pm 92\%$) aanwezig waren. De chironomiden waren vrijwel afwezig ($\pm 4\%$). Vooral de Hydrobiidae op de locaties 6 en 9 in augustus hadden een groot aandeel in de biomassa (31% op locatie 6 en 17% op locatie 9). Een groot aandeel in biomassa op locatie 6 in november had vooral de *Valvata piscinalis* resp. 31%. In november leek de verdeling van de dichtheid op locaties 8 en 9 veel op die van de locatie 3, terwijl dit qua relatieve biomassa niet het geval was.

Stroombed in de Amer (locaties 10 en 11):

In het sediment op de locaties 10 en 11 waren de Tubificidae zonder haren in augustus abundant aanwezig in resp. 53% en 62% van de totale dichtheid. De Sphaeriidae droegen daarnaast bij in resp. 37% en 31% van de totale dichtheid. In november waren op locatie 10 de tubificiden minder abundant aanwezig ($\pm 25\%$), terwijl het aandeel van de Sphaeriidae toenam tot 71%. In november nam op locatie 11 het aandeel van de tubificiden in de totale dichtheid toe tot 77%. Het aandeel van de Sphaeriidae aan de totale dichtheid in deze maand nam af tot 1%.

Stroombed in het Spijkerboor nabij de Biesbosch (locatie 12):

Locatie 12 leek in zoverre in augustus wat de relatieve dichtheden van de macrofaunasamenstelling betreft op de locaties 10 en 11. Met dien verstande dat de Tubificidae met haren op deze locatie meer ($\pm 11\%$) en de Sphaeriidae minder aanwezig waren ($\pm 8\%$). In november bleef het totale aandeel van de Tubificidae in de totale dichtheid gelijk. Echter het aandeel van de Tubificidae met haren nam iets af en die van de Tubificidae zonder haren nam iets toe. *Valvata piscinalis* nam tot 8% toe, terwijl de Chironomidae vrijwel geheel afwezig waren.

Stroombed en bank in de Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14):

De locaties 13 en 14 kenmerkten zich in augustus vooral, door een samenstelling waarbij tubificide wormen en chironomiden in gelijke percentages aanwezig waren. Het beeld veranderde geheel in november; de tubificide wormen waren toen abundant aanwezig.

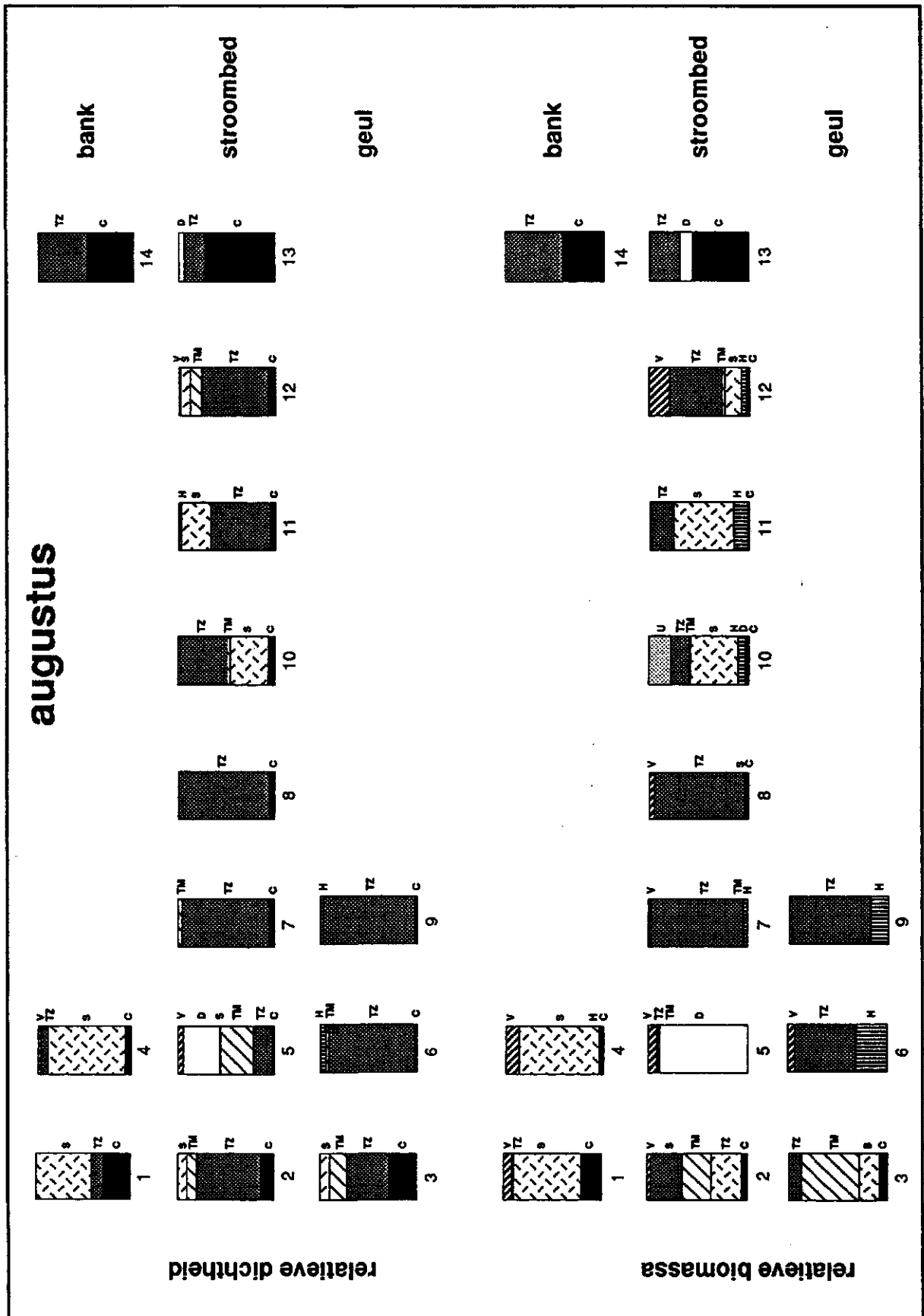


Fig. 3.8: De relatieve dichtheden en biomassa's per familie weergegeven voor de verschillende locaties in augustus 1988. Voor de verklaring van de coderingen zie bijlage III.1.

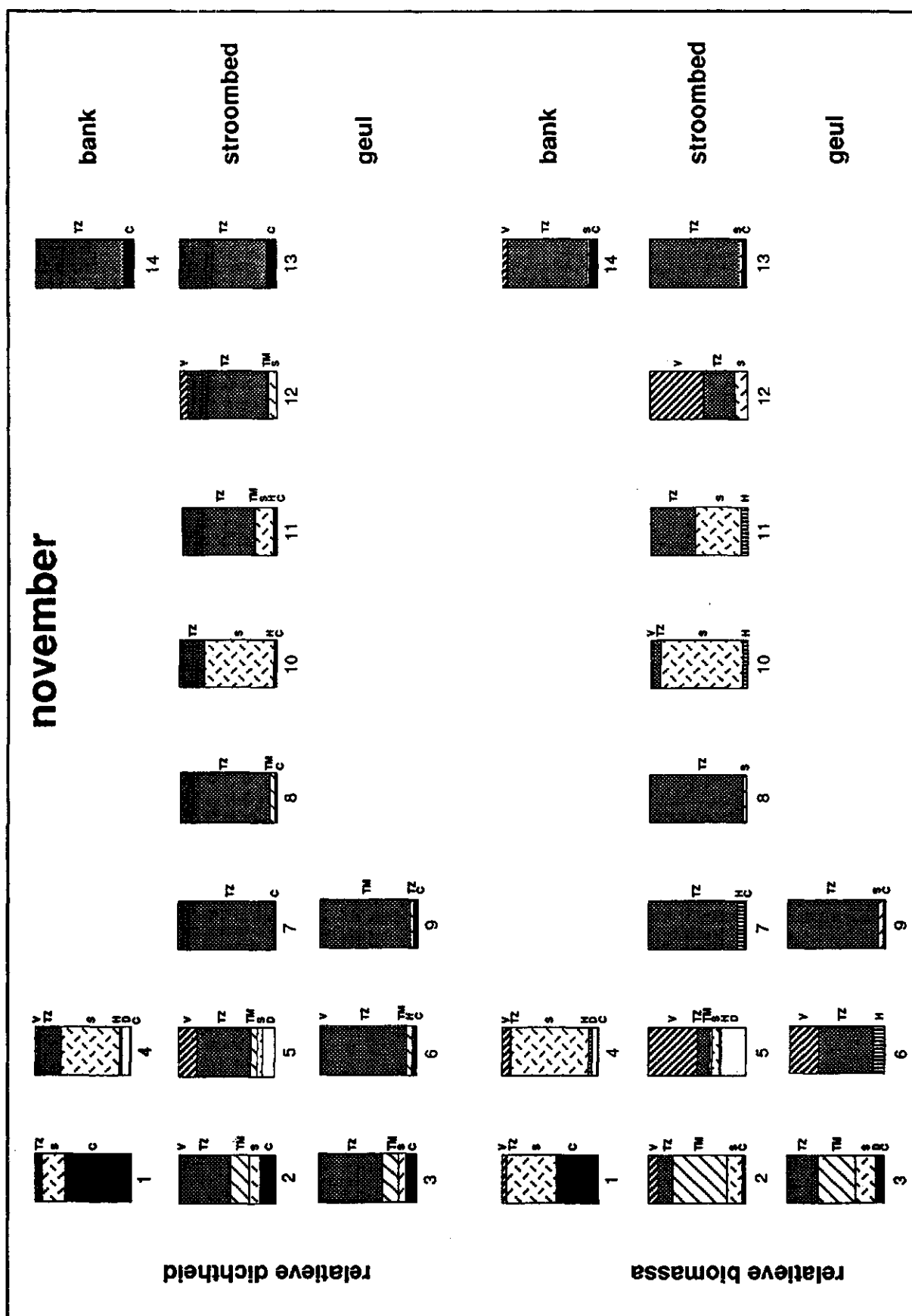


Fig. 3.9: De relatieve dichtheden en biomassa's per familie weergegeven voor de verschillende locaties in november 1988. Voor de verklaring van de coderingen zie bijlage III.1.

3.2.2 Inventarisatie Mollusca 1990

Uit 86 monsters, waarin zowel het waterverplaatst volume V [ml] als het asvrijdrooggewicht AFDW [g] waren bepaald, werden twee regressielijnen afgeleid. Eén voor het Haringvliet en één voor het Hollandsch Diep.

$$\text{AFDW} = 0,023V + 0,1682 \quad [\text{Haringvliet}]$$

$$\text{AFDW} = 0,026V + 0,0314 \quad [\text{Hollandsch Diep}]$$

waarin:

V = waterverplaatst volume [ml]
AFDW = het asvrijdrooggewicht [g]

De dichtheden en biomassa's van deze locaties staan weergegeven in de figuren 3.10 t/m 3.13. Hieruit is voor de vier deelgebieden een gemiddelde met standaardfout van de dichtheid en biomassa berekend. Deze staan weergegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5: De gemiddelde dichtheid en biomassa per deelgebied van *Dreissena polymorpha*, *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* in december 1990.

gebied	Dreissena polymorpha		Anodonta anatina		Unio pictorum	
	dichtheid [n/m ²]	biomassa [g/m ²]	dichtheid [n/m ²]	biomassa [g/m ²]	dichtheid [n/m ²]	biomassa [g/m ²]
Haringvliet-west	70,2 ± 19,7	1,5 ± 0,4	-	-	0,6 ± 0,3	0,4 ± 0,2
Haringvliet-oost	321,5 ± 62,3	4,8 ± 0,8	0,8 ± 0,3	0,5 ± 0,2	1,4 ± 0,4	0,9 ± 0,3
Hollandsch Diep-west	513,7 ± 71,7	8,9 ± 1,3	0,8 ± 0,3	1,0 ± 0,4	3,2 ± 0,5	3,1 ± 0,6
Hollandsch Diep-oost	128,7 ± 60,7	1,9 ± 0,9	0,6 ± 0,3	1,0 ± 0,6	2,3 ± 0,9	2,7 ± 1,2

In tabel 3.6 staan de frequenties weergegeven, waarmee *Dreissena polymorpha*, *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* in deze deelgebieden zijn aangetroffen.

Tabel 3.6: De frequentie waarmee *Dreissena polymorpha*, *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* in de vier deelgebieden in december 1990 werden aangetroffen.

gebied	frequentie		
	<i>Dreissena polymorpha</i>	<i>Anodonta anatina</i>	<i>Unio pictorum</i>
Haringvliet-west	0,17	0,00	0,03
Haringvliet-oost	0,24	0,03	0,06
Hollandsch Diep-west	0,36	0,04	0,13
Hollandsch Diep-oost	0,11	0,03	0,07

De driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* had de hoogste dichtheid en biomassa in het Haringvliet-oost en het Hollandsch Diep-west. In het Haringvliet-west werd de tweekleppige vooral langs de ondiepere zuidoever aangetroffen, terwijl waarnemingen in het Hollandsch Diep-oost vrijwel beperkt waren tot de noordoever. Uit de frequenties (tabel 3.5), waarmee de drie genera zijn aangetroffen, kan men afleiden dat in 1 monster gestoken met een Van Veen-happer (oppervlakte = $0,052 \text{ m}^2$) alleen *Dreissena polymorpha* in het Haringvliet-oost en Hollandsch Diep-west met een redelijke kans werd aangetroffen resp. 24% en 36%. Voor *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* was het bemonsterd oppervlak per monster te klein om een redelijke indruk van de verspreiding binnen de deelgebieden te krijgen. Daarom zijn geen verspreidingskaarten van *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* gemaakt.

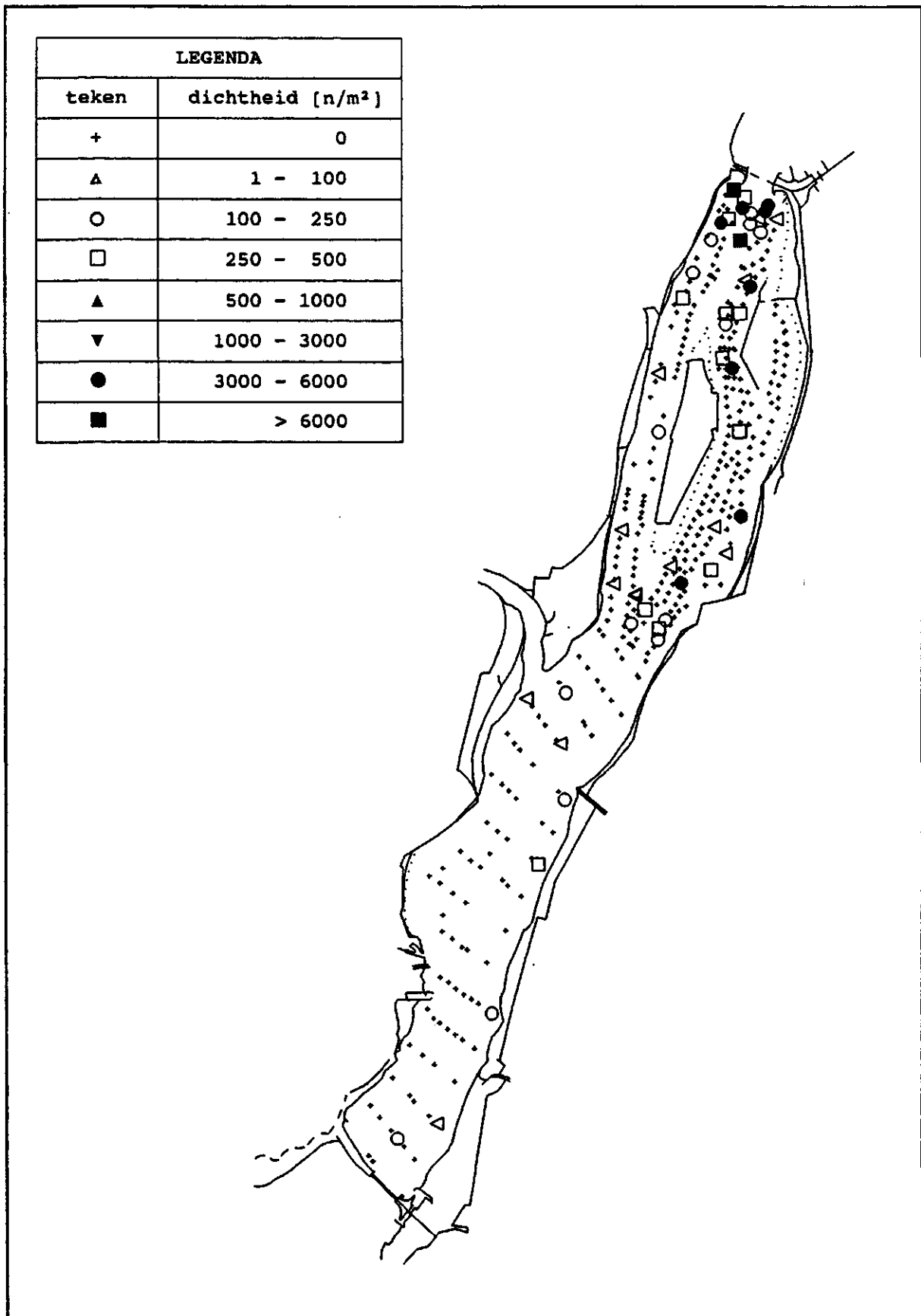


Fig. 3.10: Verspreiding van *Dreissena polymorpha* in het Haringvliet (dichtheid in n/m^2).

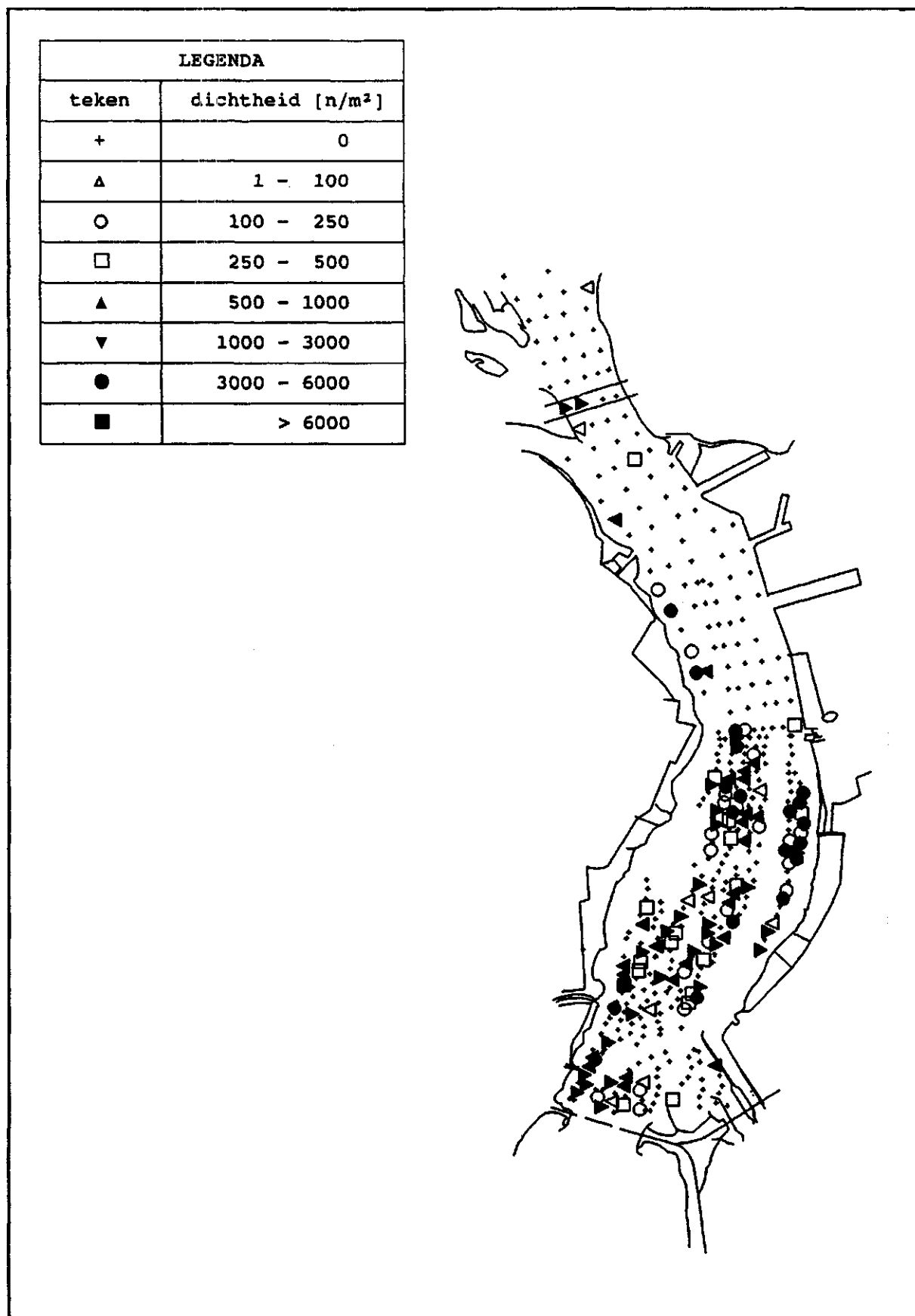


Fig. 3.11: Verspreiding van *Dreissena polymorpha* in het Hollandsch Diep (dichtheid in n/m^2).

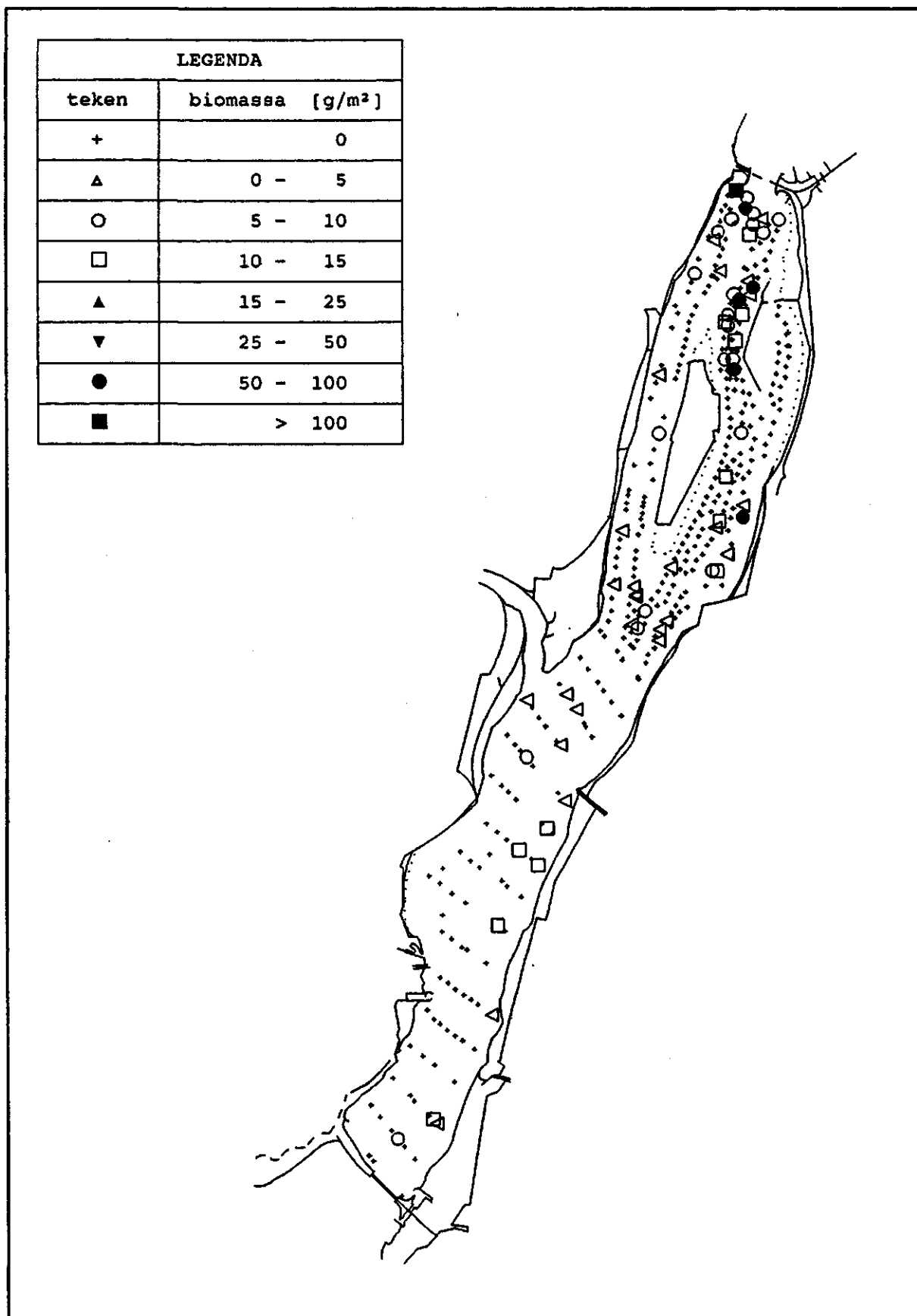


Fig. 3.12: Verspreiding van *Dreissena polymorpha* in het Haringvliet (biomassa in g/m²).

LEGENDA	
teken	biomassa [g/m ²]
+	0
△	0 - 5
○	5 - 10
□	10 - 15
▲	15 - 25
▼	25 - 50
●	50 - 100
■	> 100

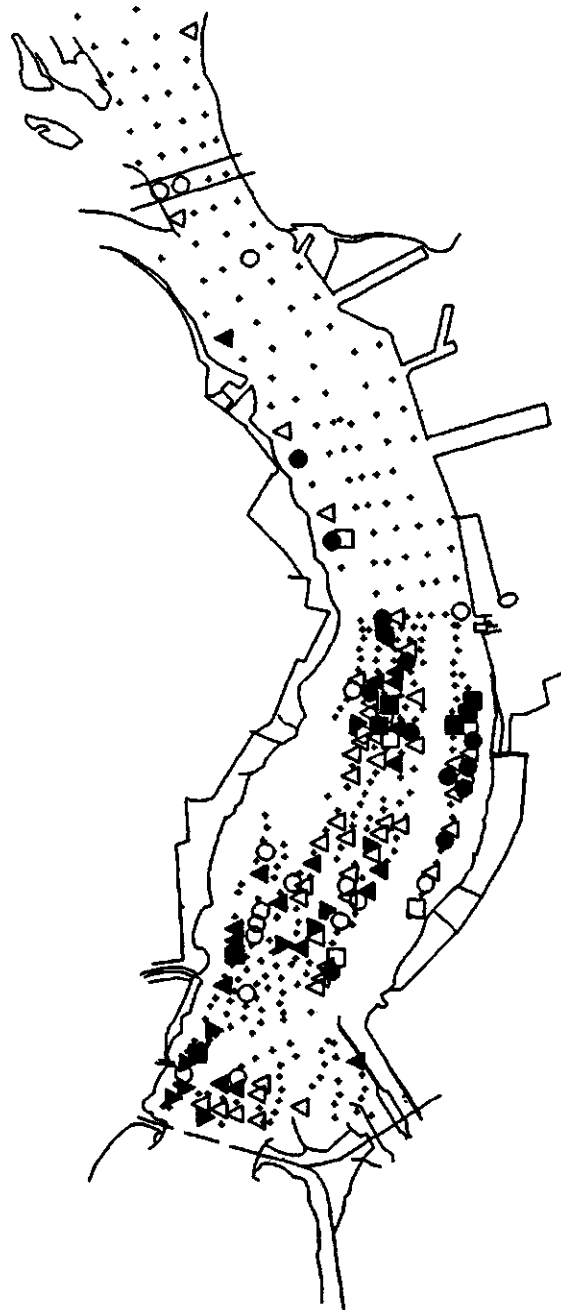


Fig. 3.13: Verspreiding van *Dreissena polymorpha* in het Hollandsch Diep (biomassa in g/m²).

3.2.3 Soortensamenstelling in 1988

Soortenrijkdom:

Het aantal soorten Chironomidae, Oligochaeta, Mollusca en de overige diergroepen is weergegeven in de tabellen 3.7 en 3.8. In bijlage V zijn de dichtheid en biomassa per taxon en locatie weergegeven.

Tabel 3.7: Het aantal taxa per locatie per diergroep in augustus 1988.

taxon	aantal taxa per locatie													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Chironomidae	8	7	5	3	7	1	2	2	3	8	7	4	11	9
Oligochaeta	5	8	7	3	6	4	4	4	4	6	6	6	4	4
Mollusca	8	9	8	8	11	2	2	2	1	11	8	8	1	0
overige	0	0	0	0	8	0	0	0	0	3	0	1	5	1
TOTAAL	21	24	20	14	32	7	8	8	8	28	21	19	21	14

Tabel 3.8: Het aantal taxa per locatie per diergroep in november 1988.

taxon	aantal taxa per locatie													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Chironomidae	5	4	8	3	4	1	2	1	3	2	5	2	6	6
Oligochaeta	3	9	9	5	11	7	7	8	6	9	8	8	6	6
Mollusca	5	7	8	9	11	3	1	1	3	11	6	8	2	2
overige	3	2	1	1	6	0	1	1	1	1	1	1	2	3
TOTAAL	16	22	26	18	32	11	11	11	13	23	20	19	16	17

De locaties 6, 7, 8 en 9 zijn zeer soortenarm; in augustus werden maximaal 8 en in november maximaal 13 soorten gevonden. De locaties 2, 3, 5 en 10 zijn relatief soortenrijk met meer dan 20 soorten in beide perioden. Op de Amer (locaties 10 en 11) zijn meer soorten gevonden dan op de Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14). Dit verschil werd vooral veroorzaakt door het grote aantal soorten mollusken op de Amer locaties. De Nieuwe Merwede locaties bevatten echter een groot aantal soorten chironomiden. Hieronder wordt besproken welke soorten karakteristiek zijn voor bovengenoemde groepen en locaties.

Bank, stroombed en geul in het Haringvliet (locaties 1, 2 en 3):

De locaties 1, 2 en 3 (Haringvliet) werden gekarakteriseerd door een evenwichtig opgebouwde gemeenschap. Er kwamen verschillende soorten voor, die elders in het gebied zeldzaam zijn of ontbreken: *Lipiniella arenicola* Shilova, *Chironomus nudiventris* Ryser, Wülker & Scholl, *C. muratensis* Ryser, Wülker & Scholl, *Stictochironomus* sp., *Branchiura sowerbyi* Beddard, *Potamothrix hammoniensis* (Michaelson), *Uncinais uncinatum* Ørsted en *Pisidium amnicum* (Müller).

Bank in het Hollandsch Diep-west (locatie 4):

Op locatie 4 was *Pisidium henslowanum* (Sheppard) (Bivalvia, Mollusca) talrijk aanwezig. Verder werden vooral van de Mollusca *Valvata piscinalis* (Müller) en *Sphaerium solidum* Normand aangetroffen. Alleen van de Chironomidae werd *Ch. nudiventris* talrijk aangetroffen.

Mosselbank in het Hollandsch Diep-west (locatie 5):

Op deze locatie waren de muggelarven *Ch. nudiventris* en *Dicrotendipes* gr. *nervosus* (Staeger) aanwezig. De Tubificidae met haren, waaronder *Psammorytes barbatus* (Grube) waren zeer talrijk aanwezig. Behalve de veel voorkomende driehoeksmossel *Dreissena polymorpha* (Pallas) was *Valvata piscinalis* ook talrijk aanwezig. Tevens waren relatief veel bloedzuigers aanwezig, zoals *Erpobdella octoculata* (L.), *E. testacea* Savigny, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita* (L.) en *Helobdella stagnalis* (L.).

Slappe waterbodem Hollandsch Diep (locaties 6, 7, 8 en 9):

De locaties 6 t/m 9 werden vooral gekarakteriseerd door een zeer soortenarme levensgemeenschap, waarbij de wormen nog het meest vertegenwoordigd zijn.

De soorten *Limnodrilus claparedeanus* (Ratzel), *L. hoffmeisteri* (Claparède), *Pothamothrix moldaviensis* (Vejdovsky & Mrázek), *Peloscolex multisetosus* (Smith) kwamen hier het meeste voor. *Procladius* sp. was als enige vertegenwoordiger van de Chironomidae aanwezig.

Stroombed in de Amer (locaties 10, 11 en 12):

De aard van de soortenrijkdom op de rivier de Amer (locaties 10, 11 en 12) werd gekarakteriseerd door de gevarieerde levensgemeenschap aan Mollusca, zoals *Pisidium casertanum* (Poli), *P. henslowianum*, *P. moitessierianum* (Paladilhe), *P. nitidum* (Jenyns), *P. subtruncatum* (Malm), *P. supinum* (Schmidt), *P. obtusale* (Lamarck) en *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer). *Procladius* sp. kwam op deze locaties talrijk voor. Op de locaties 10 en 11 kwamen verder nog voor *Chironomus acutiventris* Ryser, Wülker & Scholl, *Ch. plumosus* (L.), *Cryptochironomus* sp. en *Polypedilum* gr. *nubeculosum* (Meigen).

Stroombed en bank in de Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14):

Naast de algemeen voorkomende soorten Oligochaeta *Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri*, *Pothamothrix moldaviensis*, *Peloscolex multisetosus* kwamen veel soorten Chironomidae voor. Dit waren voornamelijk *Chironomus acutiventris*, *Ch. nudiventris*, *Cryptochironomus* sp. en *Procladius* sp. Verder kwamen op locatie 13 *Glyptotendipes* sp., *Nanocladius bicolor* (Zetterstedt) en *Rheotanytarsus* sp. voor. Op locatie 14 kwamen daarentegen *Ch. muratensis*, *Microchironomus tener* (Kieffer) voor. Zeer opvallend is de vrijwel totale afwezigheid van de Mollusca, behalve *Dreissena polymorpha* in augustus en *Pisidium moitessierianum* en *P. supinum* Schmidt, *Sphaerium solidum* en *Valvata piscinalis* in november. Op locatie 13 kwamen de haft *Caenis luctuosa* (Burmeister), de kokerjuffer *Ecnomus tenellus* (Rambur), de waterpissebed *Asellus aquaticus* Linnaeus, de vlokreeft *Gammarus* sp. en de kokerjuffer *Hydropsyche conterbunalis* (McLachlan) voor.

De dominante soorten die kenmerkend zijn voor de verschillende locaties zijn in tabel 3.9 weergegeven.

Tabel 3.9: De dominante soorten per locatie in augustus en november 1988.

locatie	dominante soorten		
	Chironomidae	Oligochaeta	Mollusca
1	Lipiniella arenicola Chironomus nudiventris		Pisidium henslowanum
2	Procladius sp.	Branchiura sowerbyi	P. subtruncatum
3	Chironomus muratensis	P. moldaviensis	
4	Chironomus nudiventris	P. barbatus	Pisidium henslowanum
5		P. moldaviensis	Valvata piscinalis Dreissena polymorpha
6	Chironomus plumosus	L. claparedeanus	P. antipodarum
7	Procladius sp.	L. hoffmeisteri	Valvata piscinalis
8			
9			
10	Procladius sp. Chironomus plumosus	L. hoffmeisteri P. moldaviensis	P. subtruncatum P. supinum
11	Polypedilum gr.nubeculosum	L. hoffmeisteri	P. subtruncatum
12	Chironomus plumosus Chironomus nudiventris		
13	Cryptochironomus sp.		
14	Chironomus nudiventris		

In bovenstaande tekst zijn de soortengemeenschappen per locatie besproken. Er is een verandering waar te nemen in de soortensamenstelling volgens geografische gradiënt van oost naar west.

Variantie-analyse:

Ter toetsing van de hypothese of de soorten een gebieds c.q. een habitatvoorkeur hebben is een variantie-analyse uitgevoerd. Toegepast is de variantie-analyse met twee indelingen met als onafhankelijke parameters de gebieden (Haringvliet, Hollandsch Diep-west, Hollandsch Diep-oost, Amer en Nieuwe Merwede) en habitat (bank, stroombed en geul). De afhankelijke parameters zijn aantallen per steek per soort en de berekende asvrijdrooggewicht per steek per soort. De resultaten staan vermeld in tabel 3.10. De complicatie die optreedt bij deze uitvoering is dat niet in elk gebied dezelfde habitats verscheidene keren voorkomen. Zo is locatie 1 de enige vertegenwoordiger van een bank met een zandbodem in het Haringvliet, zoals locatie 2 het enige zandige stroombed in het Haringvliet is, etc. In die gevallen treedt er interactie op.

Tabel 3.10: De mogelijke voorkeuren van de verschillende soorten voor de verschillende gebieden of habitats. Voor de coderingen van de gebieden zie tabel 2.1.

soort	AUGUSTUS				NOVEMBER			
	dichtheid		biomassa		dichtheid		biomassa	
	voorkeur	interactie	voorkeur	interactie	voorkeur	interactie	voorkeur	interactie
<i>Chironomus acutiventris</i>	-	14	-	14	-	14	-	14
<i>Chironomus muratensis</i>	-	3	-	3	-	3	-	3
<i>Chironomus nudiventris</i>	-	4	-	4	-	1, 5	-	1, 5
<i>Chironomus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomus plumosus</i>	-	3	-	3, 7, 8	-	3	-	3, 7, 8
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	-	ja	bank-geul?	-	-	-	-	-
<i>Cryptochironomus</i> sp.	-	13	-	13	-	13	-	13
<i>Dicrotendipes gr.nervosus</i>	HD-w of NM	*	HD-w of NM	*	NM	-	NM	-
<i>Einfeldia dissidens</i>	*	*	*	*	Am	Am	Am	-
<i>Glyptotendipes</i> sp.	-	13	1, 5, 13	1, 5, 13	-	-	-	-
<i>Harnischia</i> sp.	bank	-	3, 4	-	-	-	-	-
<i>Lipiniella arenicola</i>	-	1	-	1	-	1	-	1
<i>Microchironomus tener</i>	-	2	-	5	-	-	-	-
<i>Micropectra</i> sp.	bank?	-	bank?	-	-	-	-	-
<i>Nanocladius bicolor</i>	13	-	13	-	-	-	-	-
<i>Parachironomus vitiosus</i>	-	5	-	5	-	-	-	-
<i>Polypedilum gr.nubeculosum</i>	Am	-	-	10 t/m 14	-	1	-	1
<i>Procladius</i> sp.	-	3	-	3	-	2, 14	-	2
<i>Procladius olivacea</i>	-	-	-	-	NM	-	NM	-
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	13	-	13	-	-	-	-	-
<i>Stictochironomus</i> sp.	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Tanytarsus</i> sp.	13	-	13	-	-	-	-	-
<i>Branchiura sowerbyi</i>	-	2, 3	-	2, 3	-	2, 3	-	2, 3
<i>Limnodrilus clapedeanus</i>	-	6, 7, 9	-	6, 7, 9	-	ja	-	ja
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Limnodrilus profundicola</i>	-	-	-	-	-	ja	-	ja
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	-	-	-	-	-	ja	-	ja
<i>Pelosclex multisetosus</i>	-	-	-	10?	-	5, 6	-	5, 6
<i>Potamothenix hamoniensis</i>	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Potamothenix moldaviensis</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Psammoryctes barbatus</i>	-	5	5	-	-	5	-	ja
<i>Tubifex tubifex</i>	-	2	-	2	-	3, 5	-	ja
<i>Tubificidae met haren</i>	-	3	-	3	-	3, 5	-	ja
<i>Tubificidae zonder haren</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Uncinella uncinata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anodonta anatina</i>	-	-	-	-	4	-	4	-
<i>Sithynia tentaculata</i>	Am	-	Am	-	-	-	-	-
<i>Dreissena polymorpha</i>	-	4, 5	-	4, 5	-	ja	-	ja
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	Am	-	-	ja	Am	-	Am	-
<i>Pisidium amicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pisidium casertanum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium henslowianum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium moitessierianum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium nitidum crassa</i>	-	5	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium nitidum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium obtusale</i>	-	-	-	-	-	ja	-	ja
<i>Pisidium subtruncatum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Pisidium supinum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Potamopyrgus antipodorum</i>	-	ja	-	ja	-	ja	-	ja
<i>Sphaerium corneum</i>	-	2	**	**	-	-	**	**
<i>Sphaerium solidum</i>	-	ja	**	**	-	ja	**	**
<i>Unio pictorum</i>	-	-	-	-	-	ja	Am	ja
<i>Valvata piscinalis</i>	-	4, 5	-	ja	-	ja	-	-

* = geen voorkeur, geen interactie

** = geen biomassa bepaald

- = is niet te bepalen

Uit tabel 3.10 blijkt dat voor vrijwel alle soorten interactie optreedt tussen gebiedsvoorkeur en habitatvoorkeur.

Wel valt uit de tabel af te lezen dat *Dicrotendipes gr. nervosus* typerend is voor de Nieuwe Merwede of het Hollandsch Diep-west; *Bithynia tentaculata* en *Lithoglyphus naticoides* gebonden zijn aan het riviermilieu op de Amer, evenals de chironomiden *Nanocladius bicolor*, *Polypedilum gr. nubeculosum*, *Rheotanytarsus sp.*, *Tanytarsus sp.* en *Einfeldia dissidens*. *Branchiura sowerbyi* is een lokaal gebonden soort en wel in het Haringvliet. *Psammoryctes barbatus* is waarschijnlijk abundant aan te treffen daar waar veel *Dreissena polymorpha* leeft.

In de voorgaande tekst is het voorkomen van de verschillende soorten op de diverse locaties besproken. Hoe gebrekkig ook, de informatie die deze variantie-analyse oplevert, stemt grotendeels overeen met het al eerder geschetste beeld van de typering van de verschillende locaties. Om deze reden wordt er niet verder op de resultaten van de variantie-analyse ingegaan.

3.3 Correlatie tussen macrofauna en milieuparameters

3.3.1 Ordinatie van de milieuparameters

Figuur 3.14 geeft een grafische weergave van de ordinatie van de milieuparameters. De ordinatie is aan de hand van de werkelijke gehalten van de milieuparameters uitgevoerd. Uit figuur 3.14 blijkt dat enerzijds de parameters pH, deeltjesfractie $> 210 \mu\text{m}$, de fractie tussen 63 en $210 \mu\text{m}$ en $< 2 \mu\text{m}$ en droge stofgehalte positief met elkaar gecorreleerd waren; anderzijds waren deze parameters negatief gecorreleerd met het watergehalte, deeltjesfractie tussen 2 en $16 \mu\text{m}$, PCB 101 en calciëet. Verder was er een derde cluster, waarin alle pesticiden, zware metalen, het organisch stofgehalte, de stroomsnelheid en PAK's positief gecorreleerd waren. Met dit derde cluster was de deeltjesfractie tussen 16 en $63 \mu\text{m}$ negatief gecorreleerd.

Om een verantwoorde selectie te kunnen maken welke parameters mogelijkerwijs de beste verklarende parameters waren voor het voorkomen van de verschillende soorten op de verschillende locaties zijn tevens de correlatiecoëfficiënten (Pearson's P) (figuur 3.15) berekend. In figuur 3.15 zijn de significante correlaties tussen de verschillende milieuparameters weergegeven.

Zo was het organische stofgehalte significant gecorreleerd ($p < 0,001$) met de zware metalen, PAK-totaal, pesticiden en PCB-totaal. Tevens was het organisch stofgehalte significant gecorreleerd ($p < 0,01$) met deeltjesfracties $2 - 16 \mu\text{m}$ en de fractie $> 210 \mu\text{m}$. Behalve de parameters stroomsnelheid en calciëet correleerden alle parameters in enige mate met elkaar. Aan de hand van de langste vectoren (figuur 3.14) en de significant gecorreleerde parameters (figuur 3.15) zijn vier milieuparameters geselecteerd: pH (PH), stroomsnelheid (V), organische stofgehalte (OS) en watergehalte (H₂O) (figuur 3.16). Uit figuur 3.16 blijkt dat deze vier parameters een ongeveer even lange vector bezitten en niet sterk met elkaar correleren.

3.3.2 Ordinatatie van de macrofauna en de milieuparameters

Algemeen:

In de figuren 3.17 en 3.18 zijn de CANOCO-ordinatiediagrammen weergegeven. De gemiddelde dichtheid [n/m^2] per soort en de werkelijke gehalten van de vier geselecteerde milieuparameters op iedere locatie zijn hier gebruikt. De vier geselecteerde milieuparameters zijn ook hier als vectoren weergegeven. Dit wil niet zeggen de niet-geselecteerde parameters minder belangrijk zijn geworden. Bij het interpreteren van de figuren 3.17 en 3.18 moet bedacht worden dat deze sterk correleren met de niet-geselecteerde parameters. De eerste letter van de soortscade vormt de plaatsbepaling van de soort in de figuren. Soorten die gescheiden zijn door een "\" bezitten alle dezelfde plaatsbepaling. Bij het interpreteren van de figuren 3.17 en 3.18 worden de biplots van augustus en november geïntegreerd besproken. Indien de ordening in beide maanden zeer sterk van elkaar verschilden wordt dit vermeld.

Uit figuur 3.17 blijkt dat de aanwezigheid van de soorten in augustus geordend werd volgens een gecombineerde gradiënt stroming en watergehalte enerzijds en het organisch stofgehalte en pH anderzijds. In figuur 3.18 blijkt dat het voorkomen van de soorten in november op de locaties voornamelijk geordend werd langs de eerste as volgens een gecombineerde gradiënt van watergehalte en pH. Langs de tweede as werden de soorten en locaties geordend volgens het organisch stofgehalte en de stroomsnelheid.

Op de eerste as zijn extreem links de locaties met een zeer hoog watergehalte, hoog slibgehalte (deeltjesfractie $< 63 \mu m$), lage pH, relatief hoog organisch stofgehalte en lage stroomsnelheid (locaties 6, 7, 8 en 9) weergegeven. Tegenovergesteld hieraan zijn de locaties weergegeven die een laag watergehalte en een hoog zandgehalte (deeltjesgrootte $> 63 \mu m$) bevatten, relatief hoge pH, laag organisch stofgehalte (= geen vervuiling) en een lage stroomsnelheid (locaties 1 en 4).

Het voorkomen van de soorten op de locaties 13 en 14 is vooral gecorreleerd met de stroomsnelheid. De milieuparameter organisch stofgehalte, met daarmee verbonden de hoge mate van vervuiling en het watergehalte zijn daarna de meest bepalende factoren (locatie 14).

Monte Carlo-permutatietoets:

Om te toetsen of de vier parameters significant gecorreleerd zijn met de soortensamenstelling, is de ordening volgens de figuren 3.17 en 3.18 vergeleken met 100 andere ordeningen. Deze andere ordeningen zijn fictief.

Daar met een klein aantal locaties is gewerkt wordt een betrouwbaarheidsgrens van 90% aangehouden, in plaats van de gebruikelijke 95%. Het resultaat van de Monte Carlo-permutatietoets van de significantie van de ordening volgens de vier geselecteerde milieuparameters in augustus en november, zijn in tabel 3.11 weergegeven.

Tabel 3.11: Significantie van de ordeningen volgens de vier milieuparameters in augustus en november.

maand	significantie van de ordening
augustus	12%
november	7%

De ordening van de soorten volgens de vier geselecteerde milieuparameters in augustus wordt als niet significant beoordeeld, omdat deze boven de grens van 10% lag. Daarentegen is volgens dit criterium de ordening volgens de vier geselecteerde milieuparameters van de soorten in november wel significant.

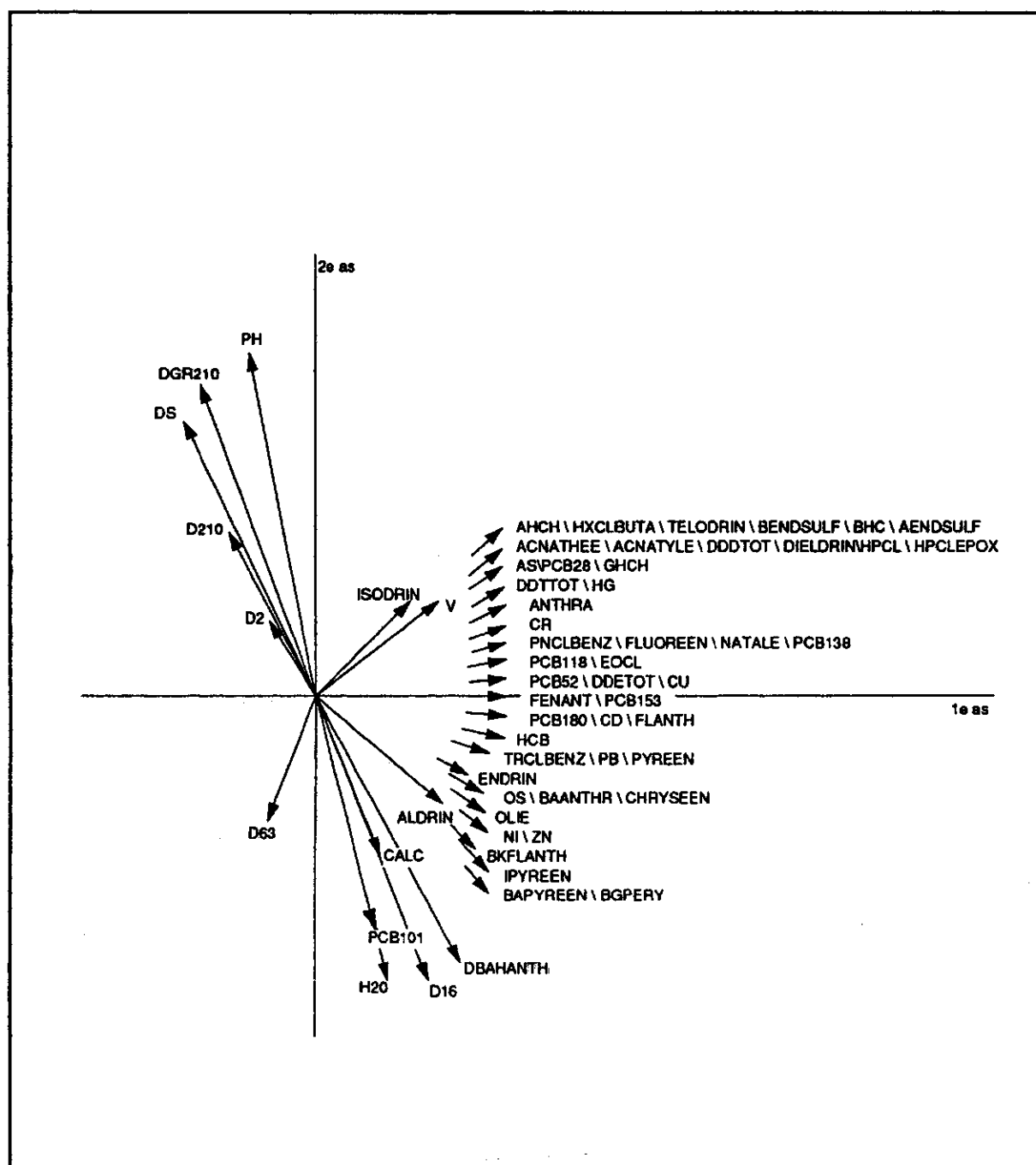


Fig. 3.14: Het ordinatiediagram gebaseerd op Principal Components Analysis van 63 geanalyseerde milieuparameters op 14 locaties. Voor de verklaring van de coderingen zie bijlage II.

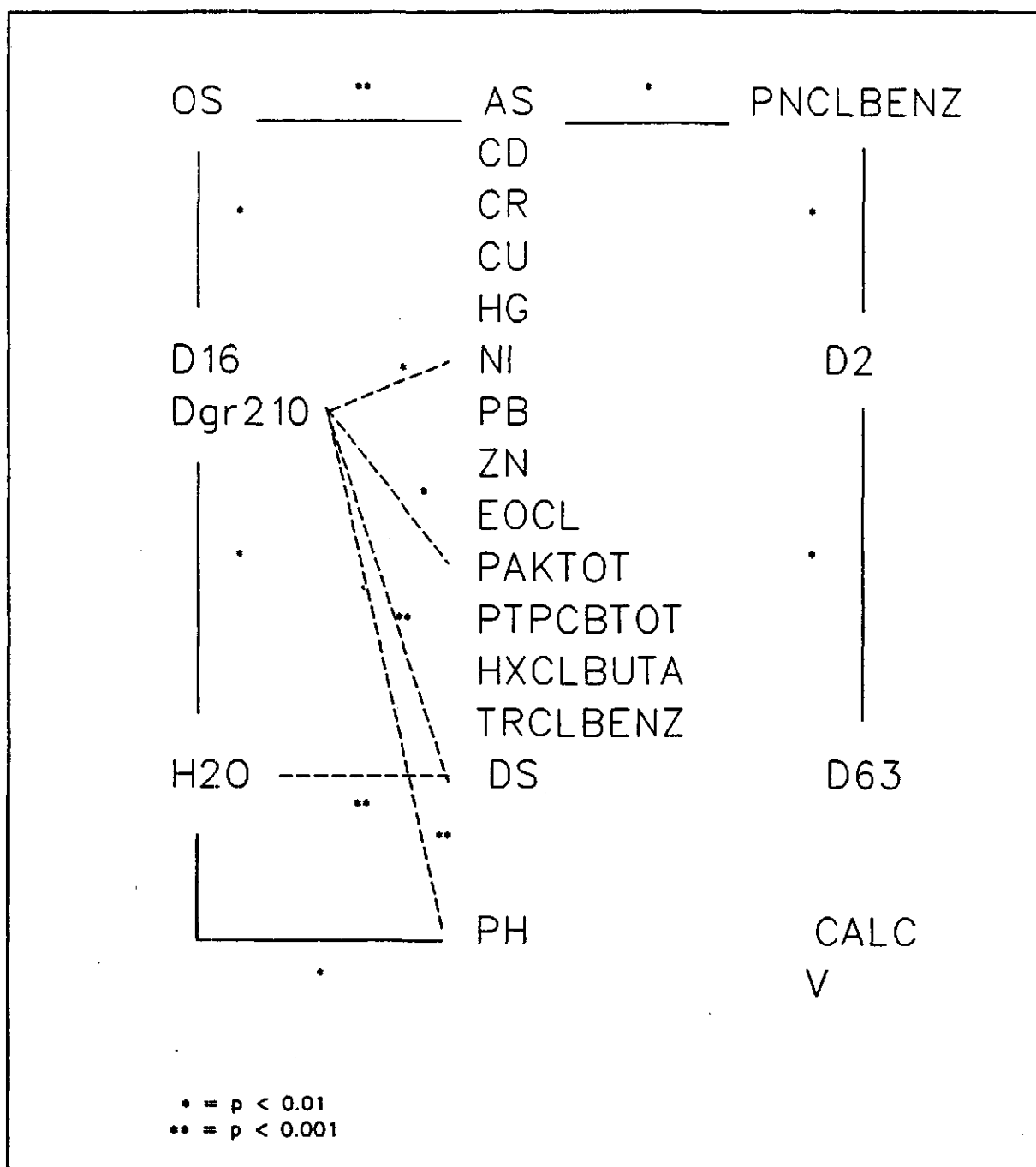


Fig. 3.15: De significante correlatie gebaseerd op de Pearson-correlatie-coëfficiënten tussen de verschillende milieuparameters. De getrokken lijnen geven een significante correlatie weer tussen groepen; de gestippelde lijnen tussen individuele parameters. Voor de verklaring van de coderingen zie bijlage II.

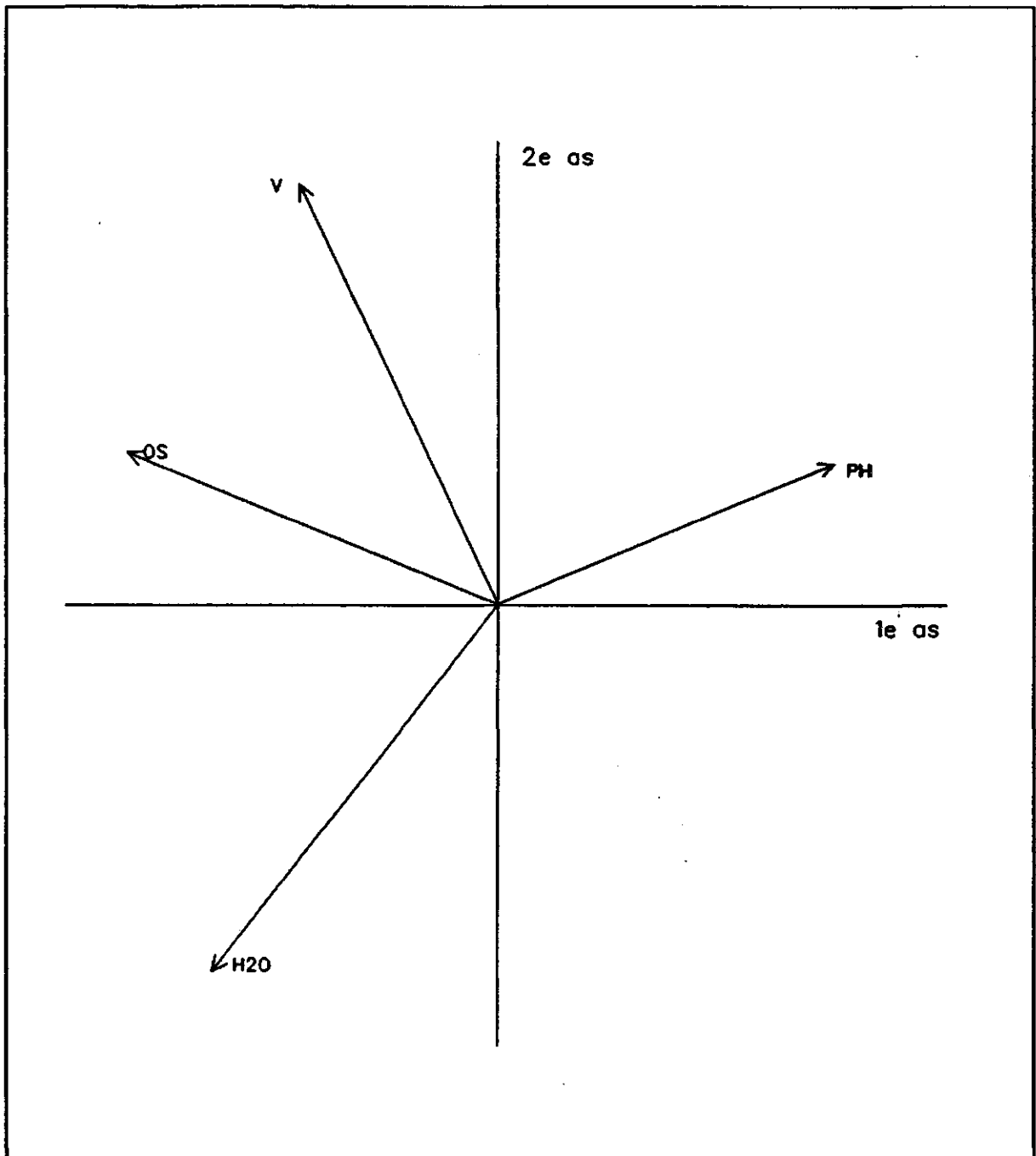


Fig. 3.16: Het ordinatiediagram gebaseerd op Principal Components Analysis van vier geselecteerde milieuparameters (PH = pH, V = stroomsnelheid, OS = organisch stofgehalte, H2O = watergehalte in het sediment).

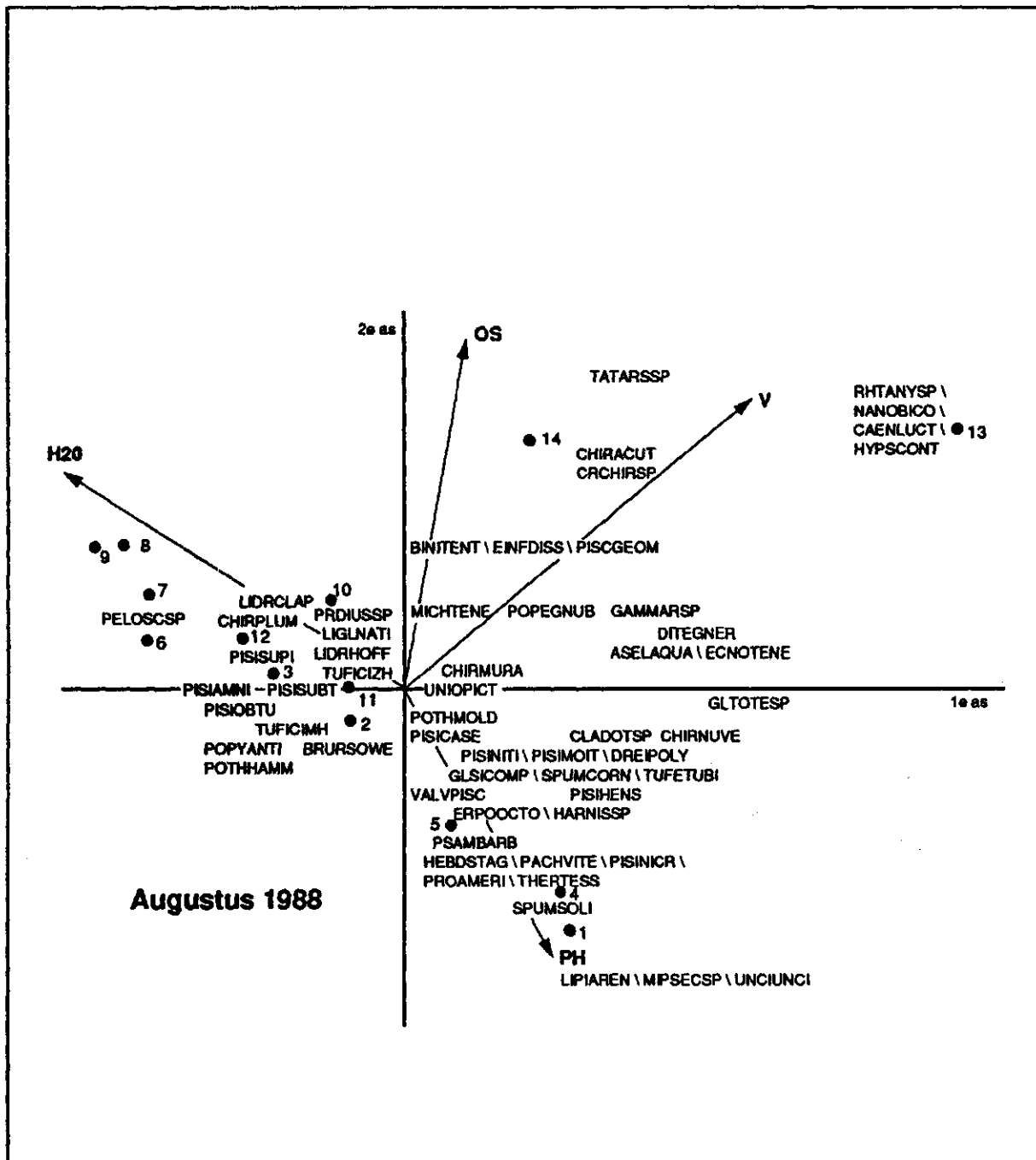


Fig. 3.17: Het ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling van de 14 bemonsteringslocaties in augustus 1988. De soorten en locaties worden als punten weergegeven, de milieuparameters als vectoren. Voor verklaring van de coderingen zie de bijlagen II en V.1.

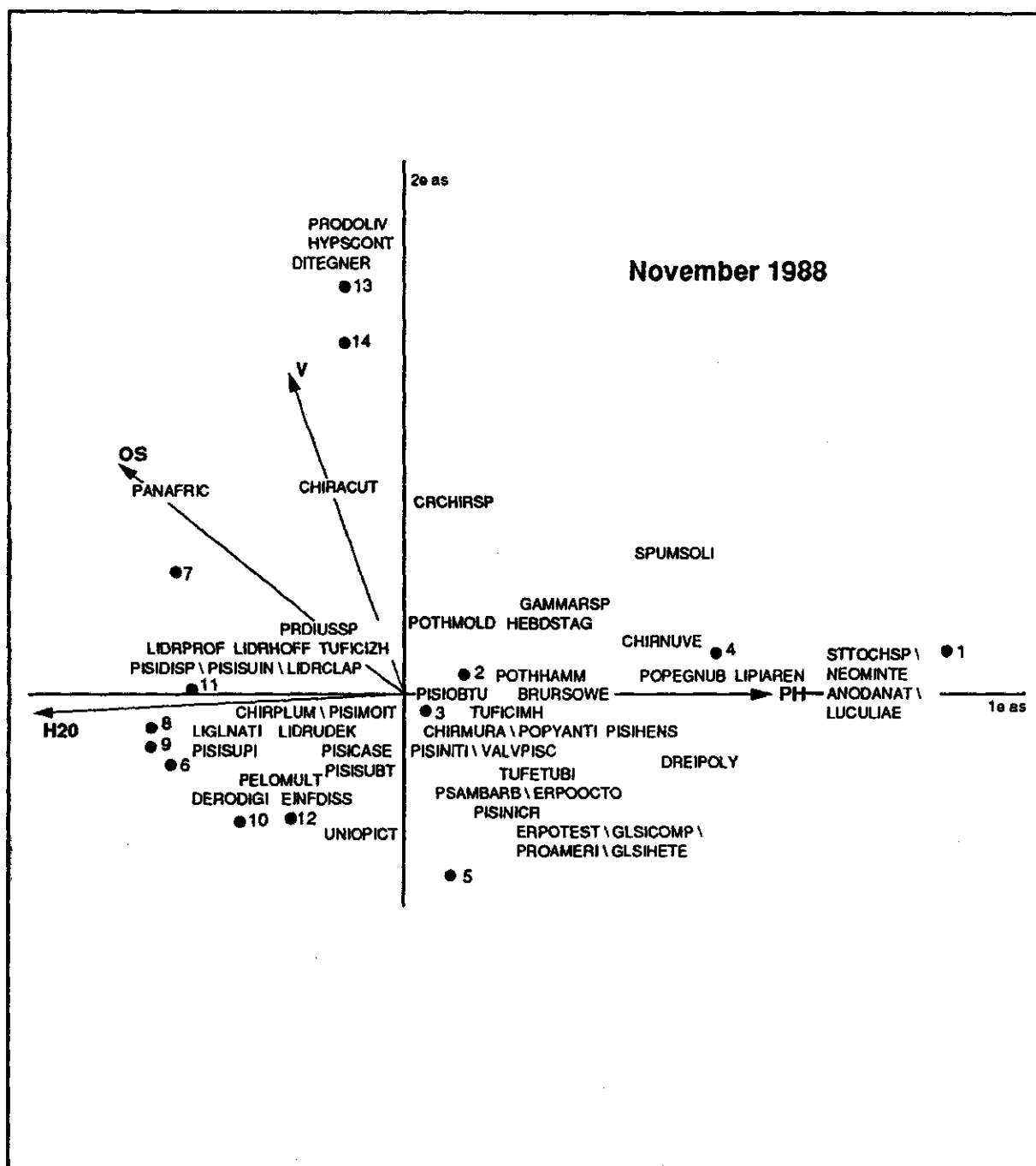


Fig. 3.18: Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling van de 14 bemonsteringslocaties in november 1988. De soorten en locaties worden als punten weergegeven, de milieuparameters als vectoren. Voor verklaring van de coderingen zie de bijlagen II en V.1.

4. DISCUSSIE

4.1 Sedimentanalyse

4.1.1 Textuur

Uit tabel 3.1 blijkt dat de locaties onderling sterk van elkaar verschilden in sedimentstructuur en in de mate van consolidatie (stevigheid). De geconsolideerde zand- en slibbodems bevonden zich voornamelijk in het Haringvliet (locaties 1 en 2) en Hollandsch Diep-west (locaties 4 en 5). De sedimentatie is hier beperkt gebleven. In het Hollandsch Diep-oost (locaties 7, 8) zijn grote hoeveelheden slib gesedimenteerd. In de oude geulen (locaties 3, 6 en 9) is eveneens veel slib gesedimenteerd. Het hoge watergehalte laat zien dat dit slib nog niet of weinig is ingeklonken. Waarschijnlijk is door de afname van de stroming (afsluiting Haringvliet in 1970) veel slib gesedimenteerd. Dit stemt overeen met Verwaart (1989), die concludeerde dat ten gevolge van stroomverlamming vooral sedimentatie plaats heeft gevonden. Van Dreumel & Dekker (1990) en Verwaart (1989) toonden aan dat de aangevoerde sedimenten grotendeels meer bovenstrooms zijn afgezet. Door Verwaart (1989) werd zelfs aangegeven dat dit sedimentatiefront zich bevindt in het Hollandsch Diep tussen de Moerdijkbruggen en de Sassenplaat. Van Dreumel & Dekker (1990) en Verwaart (1989) beschreven dat bij hoge afvoeren een deel van de zachte toplaat weer geresuspendeerd wordt. Het geresuspendeerde slib wordt verder westwaarts weer afgezet. Waarschijnlijk is door dit proces op de stroombedden (locaties 2 en 5) en de geulen (locaties 3 en 6) eerder slib gesedimenteerd dan op de hoger gelegen banken (locaties 1 en 4).

De sedimenten in de Amer (locaties 10 en 11) zijn stevig (laag watergehalte) en slibrijk. In vergelijking met de locaties in de Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14) zijn de sedimenten op de locaties 10 en 11 slibrijker.

Een mogelijke verklaring kan zijn dat het sedimentatieproces zich eerder voltrok in de Nieuwe Merwede. Dit stemt overeen met de beschrijving, die Ludikhuizen & Ruygh (1989) gaven dat in 1985 het meeste slib is gesedimenteerd in de Nieuwe- en Beneden Merwede. In de Amer en het Hollandsch Diep/Haringvliet vond dit sedimentatieproces juist in 1986 plaats. Op het Spijkerboor (locatie 12, Biesbosch in de nabijheid van de Amer) is minder slib gesedimenteerd dan op de locaties 10 en 11. Echter het slib op locatie 12 is minder ingeklonken. Op locatie 12 is duidelijk de afname van de rivierinvloed te zien. Er wordt minder slib aangevoerd door de veel geringere stroming (tabel 3.3). Echter het slib dat wordt afgezet blijkt niet tot weinig te consolideren (hoog watergehalte). Mogelijk is dit te verklaren door het lage gewicht van de slibdeeltjes (Anonymus, 1989). In dit rapport werd beschreven dat het consolidatieproces voornamelijk plaatsvindt ten gevolge van het eigengewicht van de slibdeeltjes. Is het eigengewicht van de slibdeeltjes laag dan vindt het consolidatieproces niet plaats. Mogelijk kunnen de zwevende deeltjes in de waterkolom juist het Spijkerboor bereiken, omdat de slibdeeltjes erg licht zijn. Doordat er geen tot weinig stroming is kunnen deze deeltjes wel tot bezinking komen. Echter er vindt geen consolidatie plaats. Een andere mogelijke verklaring kan zijn dat de slibdeeltjes aan elkaar gebonden worden, waardoor de bodem niet in kan klinken. Dit bindmiddel kunnen door micro-organismen afgescheiden slijmachtige substanties zijn (Anonymus, 1989).

In figuur 4.1 is een relatie gelegd tussen het watergehalte en het slibpercentage (fractie < 63 μm). Hierbij zijn tevens de gegevens van het sediment uit het Wolderwijd weergegeven (Kerkum, in prep.). Met een arbitrair gekozen grens van het watergehalte van 70% kan aangegeven worden of de bodem geconsolideerd is of niet. De positie ten opzichte van de regressielijn geeft een indruk van de mate consolidatie.

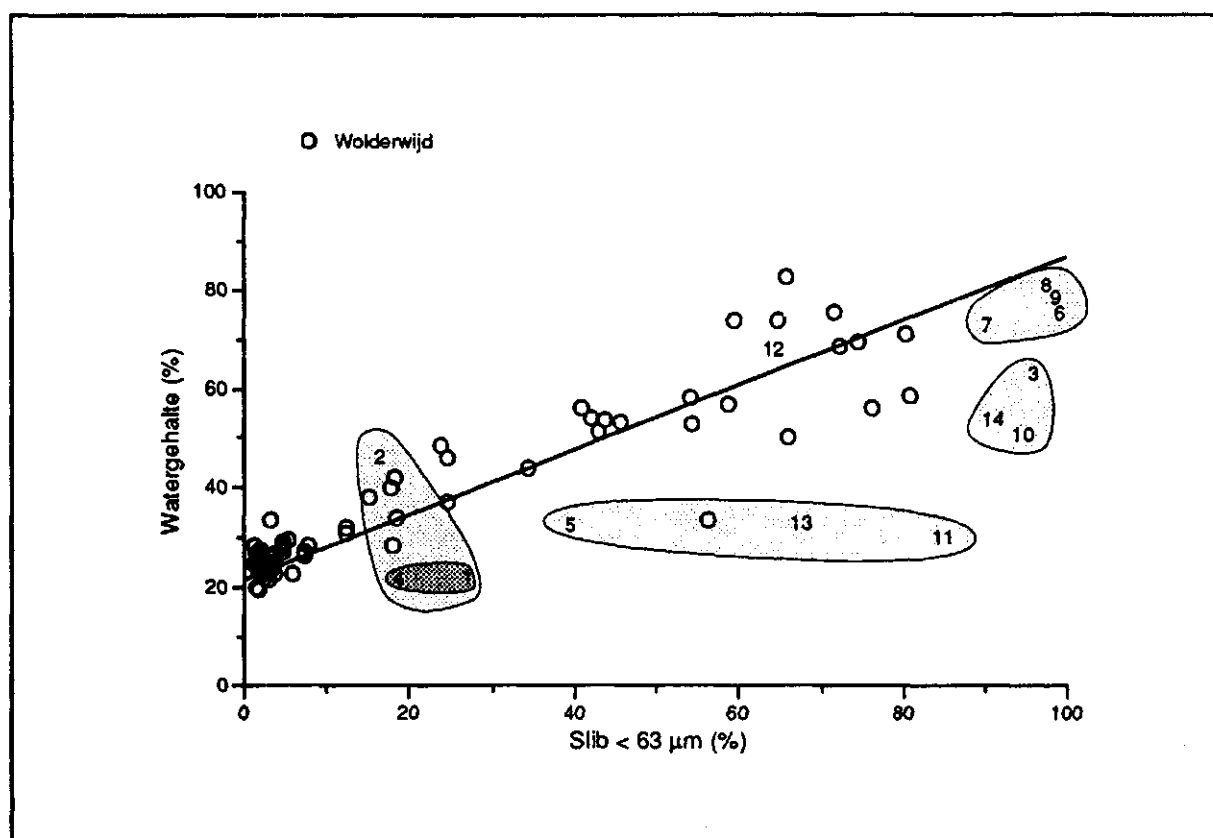


Fig. 4.1: Relatie tussen watergehalte en slibpercentage in het sediment van het Wolderwijd (o) en het Noordelijk Deltabekken (cijfers).

De sedimenten uit het Wolderwijd laten een goede correlatie tussen slib en watergehalte zien. Bij de 14 onderzochte sedimenten uit deze studie is dat veel minder het geval. De meeste locaties bevinden zich onder de regressielijn, hetgeen betekent dat de sedimenten relatief meer geconsolideerd zijn dan de sedimenten uit het Wolderwijd.

Locaties 1 en 4 bezitten een zeer ingeklonken zandige bodem. Het sediment van locatie 2 is ook zandig, maar heeft een veel hoger watergehalte en wordt daarom als een minder geconsolideerde zandbodem getypeerd. Locaties 3, 6 t/m 11 en 14 bestaan voor meer dan 80% uit slib. Hierbinnen vallen de locaties 6 t/m 9 op door het hoge en locatie 11 door het lage watergehalte. Het substraat-type van de locaties 6 t/m 9 waren ook in het veld beschreven als zeer slap slib. De locaties 3, 10 en 14 hebben intermediaire karakteristieken met een slibgehalte van $\pm 90\%$ en een watergehalte lager dan 70%.

Kerkum (1991) concludeerde voor de Randmeren dat het watergehalte van een sedimentmonster gebruikt kan worden voor het herkennen van zandige bodems. Hij hanteerde hierbij, dat sediment met meer dan 20% slib als slibtype en met minder dan 40% vocht als zandtype getypeerd wordt. In de rivieren zouden sedimenten met meer dan 40% slib beter tot het slibtype gerekend kunnen worden. Sedimenten met minder dan 30% vocht wordt dan tot het zandtype gerekend. Aan de hand van alleen het watergehalte zouden de locaties 2 en 5 als slibtype gekarakteriseerd worden. Mogelijkerwijs worden de bodems op deze locaties getypeerd door een sliblaag op een zandbodem.

4.1.2 Verontreiniging

Algemeen:

Indien de tabellen 3.1, 3.2 en 3.3 en figuur 4.1 met elkaar vergeleken worden, kan het volgende gezegd worden.

De zandbodems in het Haringvliet en het Hollandsch Diep-west:

De bodem op locatie 1 is een bodem is met een laag water- en organisch stofgehalte. Door het gehalte aan PCB's is de vervuillingsklasse III toegekend. De bodem op locatie 2 is de enige zandbodem in deze studie met een hoog watergehalte. In vergelijking met locatie 1 bevatte locatie 2 minder slib. Echter het organisch stofgehalte was op deze locatie hoger. Waarschijnlijk zijn hierdoor de gehalten aan PCB's hoger. Het sediment op locatie 4 bevatte weinig organisch stof, vocht en slib. Ten gevolge hiervan zijn de gehalten aan zware metalen, PAK's en PCB's laag. Locatie 5 bezat een bodem met het hoogste slibgehalte in vergelijking met de voorgaande locaties. Het vochtgehalte is hoger dan op de locaties 1 en 4, maar lager dan op locatie 2. Het organisch stofgehalte is het hoogste. Mede hierdoor waren de gehalten aan PAK's en PCB's hoog.

De slibbodems in het Haringvliet en het Hollandsch Diep-west:

Locaties 3 en 6 zijn oude geulen, die dichtgeslibd zijn. Deze bodems bezaten een hoog slib-, water- en organisch stofgehalte. De hoge gehalten aan PCB's en PAK's op locatie 3 en PCB's, PAK's, zware metalen en olie op locatie 6 zijn de meest bepalende factoren, waardoor deze bodems als vervuilingsklasse IV geclassificeerd werden.

De slibbodems in het Hollandsch Diep-oost:

Evenals de bodems in het Haringvliet en Hollandsch Diep-west bezaten deze bodems een hoog slib-, water- en organisch stofgehalte. Uit figuur 4.1 en tabel 3.3 blijkt dat locatie 7 een lager slib-, organische stof-, zink- en oliegehalte bevatte. Echter het PAK- en PCB-gehalte is hoger dan op de locaties 3 en 6.

De slibbodems in de Amer:

Locatie 10 bevatte een bodem met een hoog organisch stof-, slib-, PCB-, PAK-, zware metalen- en oliegehalte. Deze gehalten zijn zelfs hoger dan die op locaties 6 t/m 9. Vooral de gehalten aan zware metalen en PCB's zijn de meest bepalende factoren voor de plaatsing in klasse IV. De bodem op locatie 11 bevatte hoge concentraties aan slib, PCB's en PAK's. De gehalten aan PCB's bepaalden dat deze bodem in klasse IV geplaatst werd. De bodem op locatie 12 bevatte een hoge slibconcentratie en een hoog watergehalte. Ten gevolge van de hoge gehalten aan PCB's werd deze bodem in klasse IV geplaatst.

De slibbodem in de Nieuwe Merwede:

Locatie 13 bevatte minder water, slib, PAK's, PCB's, zware metalen, organische stof en olie dan locatie 14. Behalve het organisch stofgehalte op locatie 14 is het organisch stofgehalte op locatie 13 het hoogste ten opzichte van alle locaties. Toch werd dit sediment als relatief schoon (klasse II) geclassificeerd. Deze classificatie werd veroorzaakt door niet detecteerbare gehalten aan PCB's en PAK's. In vergelijking met locatie 1 (zandbodem, klasse III) had locatie 13 een zeer schone slibbodem. Mogelijkerwijs kan dit het gevolg zijn van baggerwerkzaamheden op locatie 13 (waarneming van een baggerboot in de nabijheid van het monsterpunt tijdens de bemonstering). Een oude weinig verontreinigde sliblaag is zo aan de oppervlakte gekomen. Locatie 14 is zeer sterk vervuild, ten gevolge van de hoge gehalten aan PAK's, PCB's en zware metalen.

Uit bovenstaande bespreking volgt dat vooral in de sedimenten (afgezet in de zeventiger jaren en de beginjaren tachtig) het gehalte aan organische stof van belang is voor het gehalte aan PCB's. Vooral het gehalte aan PCB's is bepalend voor de vervuilingsgraad.

4.2 Macrofauna

4.2.1 Inventarisatie 1988

4.2.1.1 Absolute dichtheid en biomassa

Algemeen:

Uit een vergelijking van de figuren 3.1 t/m 3.7 valt op dat de van te voren gemaakte indeling in bank, stroombed en geul de grote variatie in dichtheden en biomassa's niet lijkt te verklaren. Binnen de verschillende habitats bestonden zeer grote verschillen in de sedimentsamenstelling (§ 4.1). Waarschijnlijk zijn de fysische en chemische karakteristieken van de bodem meer bepalend voor de aanwezigheid van de diergroepen.

Door de hoge aantallen *Dreissena polymorpha* wordt locatie 5 gekarakteriseerd als een mosselrijke locatie (§ 3.2.1). Door de grote hoeveelheid levende en dode mosselen is er waarschijnlijk een microhabitat ontstaan, met specifieke milieu-eigenschappen, die, zoals de figuren laten zien, zeer gunstig zijn voor de tubificide wormen, Hydrobiidae, *Valvata piscinalis* en mogelijk voor *Pisidium sp.*

Chironomidae:

Vooraf op de locaties 1, 3 en 13 kwamen in augustus veel Chironomidae voor. Deze locaties verschilden sterk van elkaar wat betreft de sedimentstructuur en -kwaliteit (§ 4.1). Locatie 1 met een zandige stevige bodem en matige verontreinigingsgraad bezat een gelijke tot lagere dichtheid dan locatie 3 met een matig geconsolideerde slibbodem en een hoge verontreinigingsgraad. De Chironomidae op locatie 1 hadden een hogere biomassa dan op locatie 3 en 13. Op locatie 1 leefden grotere soorten, zoals *Lipiniella arenicola* en *Chironomus nudiventris*. Op locaties 3 en 13 leefden de kleinere soorten in groten getale resp. *Procladius sp.* en *Cryptochironomus sp.*

In vergelijking met de drie bovengenoemde locaties bezat locatie 4 een schone zandige bodem met een relatief lage dichtheid aan Chironomidae. Een verklaring hiervoor is niet te geven. Duidelijk is wel waar te nemen dat de locaties 6 t/m 9 (de locaties in het Hollandsch Diep-west en oost met een zeer slappe verontreinigde slibbodem) lage dichtheden en biomassa's aan Chironomidae bezaten. Mogelijkerwijs kunnen Chironomidae zich minder goed voortplanten of treedt er veel sterfte op in vervuilde sedimenten. Wentzel & McIntosh (1977, in Reynoldson (1987)) concludeerden dat Chironomidae nadelige effecten van zware metaalconcentraties ondervinden. Zij vonden *Chironomus tentans*, die opgroeide in met cadmium, zink en chroom vervuild sediment nadelige effecten ondervond. De organismen bleven achter in groei (ze waren korter en wogen minder). De uitvliegpiek was vertraagd en er vlogen minder individuen uit.

In deze studie waren de dichtheden Chironomidae laag (lager dan 500 n/m²), ook op de twee minst vervuilde locaties (locatie 4 en 13). In een vergelijkbaar gebied in het Ketelmeer/Vossemeer (Van Urk et al., 1991) is een negatief verband geconstateerd tussen de verontreinigingsgraad van het sediment en het aantal *Chironomus cf. muratensis*. Dit verklaart mogelijk de lage dichtheden of het geheel afwezig van veel Chironomidae in de vervuilde sedimenten. Waarom locatie 14 met eveneens een zeer hoge mate aan vuilbelasting wel relatief hoge dichtheden en biomassa's aan Chironomidae bezat is voor alsnog niet te verklaren.

Tubificidae:

De Tubificidae zonder haren waren op de zandige locaties 1 en 4 in zeer lage dichtheden en biomassa's aanwezig. Een mogelijke verklaring voor deze lage dichtheden kan zijn dat deze soorten niet optimaal kunnen leven in zandige sedimenten. Johnson et al. (1987) en Schleuter & Tittizer (1988) concludeerden dat het voorkomen van Tubificidae positief gecorreleerd is met het slibgehalte en dus negatief met het zandgehalte.

Schleuter & Tittizer (1988) gaven daarbij aan dat de meeste Tubificidae voorkwamen bij hoog slibgehalte (50-100%). De aanwezigheid van de Tubificidae zonder haren op alle sliblocaties is hiermee in overeenstemming.

De Tubificidae met haren kwamen voornamelijk voor in het westelijk deel van het onderzoekgebied en wel op de locaties 2 en 3 in het Haringvliet. Op deze locaties is vooral *Branchiura sowerbyi* aanwezig. Schleuter & Tittizer (1988) concludeerden dat *B. sowerbyi* vooral voorkomt in sediment met een grote grindfractie ($100 < \text{korrelgrootte} < 250 \text{ mm}$). Dit is een geheel ander habitat dan waar *B. sowerbyi* in deze studie is aangetroffen. Deze soort kwam echter ook voor in zuiveringsslib (Aston et al., 1982). Waarschijnlijk is *B. sowerbyi* niet zo kieskeurig voor sedimenttype.

Hydrobiidae:

In het westelijk Haringvliet (locaties 1, 2 en 3) kwamen de Hydrobiidae (voornamelijk *Potamopyrgus antipodarum*) nauwelijks voor en in het westelijk Hollandsch Diep hadden ze hun optimum in de geul (locatie 6). Ook op locaties 7 en 9, de andere slap sliblocaties, kwamen de Hydrobiidae voor. Het lijkt erop dat *P. antipodarum* vrij indifferent reageert op de factor slib en watergehalte.

Sphaeriidae:

De Sphaeriidae (voornamelijk *Pisidium sp.*) kwamen vooral voor in sedimenten op de locaties 1, 4, 5, 10 en 11, met een laag watergehalte. Er is nog geen verklaring te geven, waarom de absolute dichtheid in de Amer zo sterk verschilde tussen de locaties. Locatie 10 had een hoge dichtheid en locatie 11 en had een relatief lage dichtheid. Het niet tot weinig voorkomen van de Sphaeriidae in de Nieuwe Merwede wordt later besproken.

***Valvata piscinalis*:**

Deze soort is vooral waargenomen op de slibhoudende en de slibrijke locaties in het Hollandsch Diep-west en in het Spijkerboor (locaties 5 en 12) en op de zandige locatie 4. Het is onwaarschijnlijk dat het watergehalte een verklarende factor zou zijn omdat het zowel waterarme als en waterrijke sedimenten betreft (figuur 4.1). Mogelijkerwijs kan de mate van stroming en het organisch stofgehalte gebonden aan het slib verband houden met het voorkomen van *V. piscinalis*. De hogere biomassa per individu (36,0 mg) op locatie 6 in vergelijking met de biomassa op locatie 4 (6,5 mg) in november is een aanwijzing dat *V. piscinalis* goed kan leven in een zeer vervuilde omgeving, maar dat de levenscyclus anders is dan die van individuen die in schonere sedimenten leven.

***Dreissena polymorpha*:**

Dreissena polymorpha (driehoeksmossel) kwam sterk geclusterd voor. Een bespreking van de dichtheidsverschillen in figuur 3.7 zou een onvolledig beeld schetsen. Aan de hand van een verspreidingsonderzoek in 1990 (§ 4.2.2) kan een beter beeld geschetst worden.

4.2.1.2 Relatieve dichtheid en biomassa**Algemeen:**

Aan de hand van de relatieve dichtheden en de biomassa's van de organismen (figuren 3.8 en 3.9) is een verspreidingsgradiënt af te leiden die het voorkomen van de organismen verklaart. Deze verspreidingsgradiënt is wellicht eerder het gevolg van de geografische gradiënt dan de verschillen in habitats (figuren 3.8 en 3.9).

4.2.2 Inventarisatie Mollusca 1990

Monstergrootte en monsteraantal:

Bij een verspreidingsonderzoek is een belangrijke vraag hoe groot het bemonsterd oppervlak moet zijn en hoeveel monsters genomen moeten worden, om het aanwezig zijn of de dichtheid van een soort vast te kunnen stellen. Het aantal hangt af van de grootte van het deelgebied, waarover men een uitspraak wil doen en van de mate van clustering van de organismen. Bij geclusterde verdeling kan men pas een betrouwbaarheidsinterval rond een gemiddelde berekenen, als het gemiddelde bij benadering normaal verdeeld is. Doorgaans is dit het geval, indien het aantal monsters groter is dan 30. Bij zeer sterk geclusterde verdelingen (veel nullen, in combinatie met hoge waarden) is dit getal hoger (40 à 50 monsters) (van Nes, ongepubliceerd). Honderd monsters is in elk geval genoeg om een gemiddelde en een betrouwbaarheidsinterval te berekenen. Wil men echter ook binnen een deelgebied een uitspraak doen over het voorkomen, dan verandert de betekenis van een monster. Men wil dan in ieder geval met een redelijke kans de aanwezigheid van een soort in ieder deelmonster voorspellen. Over dichtheden en betrouwbaarheidsintervallen wordt nog niet eens gesproken.

In het Hollandsch Diep-west was de trefkans voor driehoeksmosselen gemiddeld 36%. Als wordt aangenomen dat in dit deelgebied in alle vakken van 200 * 200 m driehoeksmosselen in dezelfde verdeling voorkomen, kan de trefkans als functie van de monstergrootte berekend worden. De kans op geen mosselen, terwijl ze er wel zitten, wordt geschat met $p = (1 - 0,36)^n$, waarbij n het aantal deelmonsters is. Bij een onbetrouwbaarheid < 5% zouden voor dit gebied minstens 7 happen met deze Van Veen-happer (oppervlakte = 0,052 m²) of een bemonsterd oppervlak van 0,362 m² voldoende zijn. Wanneer dezelfde redenering in het Haringvliet-oost wordt gehanteerd ($p = (1 - 0,24)^n$), zijn bij een onbetrouwbaarheid < 5% minimaal 11 happen met deze Van Veen-happer of een bemonsterd oppervlak van 0,572 m² nodig.

De frequenties van *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* zijn zeer laag. Het is hier dus onzeker of deze soorten in werkelijkheid in alle denkbeeldige vakken van 200×200 m voorkomen. Stel dat dit toch het geval is, dan kan de gemiddelde frequentie van de drie deelgebieden per soort genomen worden als schatter voor de trefkans. De grootte van het bemonsterd oppervlak kan berekend worden met $p = (1 - 0,03)^n$ (*Anodonta anatina*) en $p = (1 - 0,07)^n$ (*Unio pictorum*) met een veronderstelde $p < 0,05$. Hieruit volgt dat n groter of gelijk aan resp. 98 of 41 moet zijn. Er moet dan minimaal een oppervlak van resp. $4,63 \text{ m}^2$ of $2,13 \text{ m}^2$ bemonsterd worden. Zeker voor *Anodonta anatina* en *Unio pictorum* geldt dus dat de hier gebruikte methode ongeschikt is voor het maken van verspreidingskaarten. Bemonstering met duikers die binnen een willekeurig geplaatst raamwerk alle schelpdieren verzamelen biedt mogelijk een alternatief.

Verspreiding van *Dreissena polymorpha*:

In het Haringvliet ten westen van het Spui zijn de dichtheden laag en kwam de driehoeksmossel weinig voor. Eén van de mogelijke redenen is dat het substraat minder geschikt is. De driehoeksmossel leeft op hardere substraten. Tijdens de bemonstering werd geconstateerd dat de bodem veel oude mariene schelpen bevatte. Deze schelpen vormen een goed substraat voor de driehoeksmossel. Tijdens het bepalen van de watergehalten van de ongestoorde monsters werd waargenomen dat het substraat overdekt was met een dunne deken van zeer fijn slib. Vermoedelijk is dit laagje slib de oorzaak ervan dat het substraat minder geschikt wordt voor de aanhechting van de driehoeksmosselen. Gedacht wordt dat deze sedimentatie te maken heeft met het huidige spuibeheer van de Haringvlietssluisen. Bij normale ($2.200 \text{ m}^3/\text{s}$) en hoge afvoeren staan de helft van de tijd de sluisen dicht en in die tijd is er geen getij- of afvoerstroming, waardoor ook zeer fijn materiaal tot bezinking kan komen. In perioden van lage afvoeren ($< 1.700 \text{ m}^3/\text{s}$) zijn de sluisen permanent gesloten. Het transport van de veligerlarven (in de waterkolom zwevende larve, die geen schelp bezit) uit bovenstroomse gebieden zal zeer beperkt zijn. Dit kan mogelijk een oorzaak zijn van de lage dichtheden.

In het Haringvliet-oost en het Hollandsch Diep-west kwamen meer verspreid over het gebied grotere dichtheden driehoeksmosselen voor. Aangenomen wordt dat het substraat in dit gebied beter is. Door van Dreumel & Dekker (1990) is beschreven, dat in deze deelgebieden een geringe sedimentatie van voornamelijk slib op de oude zandige bodem optrad. Zij gaven echter aan dat er sprake kan zijn van erosie. Dit vindt met name plaats in de ondiep riviergedeelten en in de oeverzones. Deze erosie is een gevolg van golfinvloeden veroorzaakt door wind bij een geringe peilvariatie. Daarnaast kan bij hoge afvoeren het gesedimenteerde slib weer in suspensie gaan. Waarschijnlijk zullen door de optredende erosie de oude zandbodem en lokaal aanwezige harde structuren (oudere en dode driehoeksmosselen) weer aan de oppervlakte komen liggen. Uit nog niet gepubliceerde gegevens van de bodemtypen is waar te nemen waar de zandbodems liggen. Worden deze gegevens vergeleken met het verspreidingspatroon van *D. polymorpha*, dan blijkt dat de driehoeksmossel vooral voorkomt op zandige bodems. Een andere mogelijke verklaring kan zijn dat pas in dit gebied de veligerlarven het z.g. postveliger stadium bereiken (Borcherding & De Ruyter van Steveninck, 1992). Onder het postveliger stadium wordt verstaan de veligerlarve die net een schelp gevormd heeft en die de potentie heeft om zich te vestigen.

In het Hollandsch Diep-oost zijn alleen langs de noordoever en bij de Moerdijkbruggen clusters driehoeksmosselen waargenomen. De aantallen per cluster zijn relatief hoog. Het beperkte voorkomen is niet te verklaren door het aanbod van de larven en voedsel, want de aanvoer van larven vanuit de grote rivieren is hier het grootst en hier komt het meeste plankton (voedsel) voor. Het hoge aantal per cluster duidt op dit voldoende aanbod van larven. De dikke sliblaag is waarschijnlijk de oorzaak dat op de meeste plaatsen de driehoeksmosselen zich niet kunnen vestigen. Echter langs de noordoever zorgt erosie, ten gevolge van golven, dat lokaal wel harde structuren aan het oppervlak komen.

4.2.3 Soortensamenstelling

Algemeen:

Het wel of niet voorkomen van de verschillende Naididae moet met enige voorzichtigheid bekeken worden. Naididae zijn kleine wormen. Het gebruik van een zeef met een maaswijdte van 500 μm tijdens het spoelen zal tot consequentie hebben dat bepaalde kleine soorten uitgespoeld worden. Een andere mogelijke verklaring voor het vrijwel ontbreken van de Naididae kan zijn dat deze groep organismen niet in augustus en november voorkomt. Uit later onderzoek blijkt dat de Naididae wel degelijk voorkomen en wel in de grootste dichtheden in april. In dit onderzoek is gedurende een jaar lang iedere maand op drie locaties (3, 5 en 7) bemonsterd (Klink, 1992).

In figuur 4.2 is de relatie tussen de relatieve fout [%] en de dichtheid [n/m^2] per diergroep weergegeven. De relatieve fout is hier gedefinieerd als de verhouding tussen de standaardfout en het gemiddelde. Bij niet te lage dichtheden ($> 200 \text{ n/m}^2$) blijkt dat bij bemonstering met een box-corer in zesvoud gemiddeld een standaardfout van 20 tot 30% ten opzichte van het gemiddelde gevonden is.

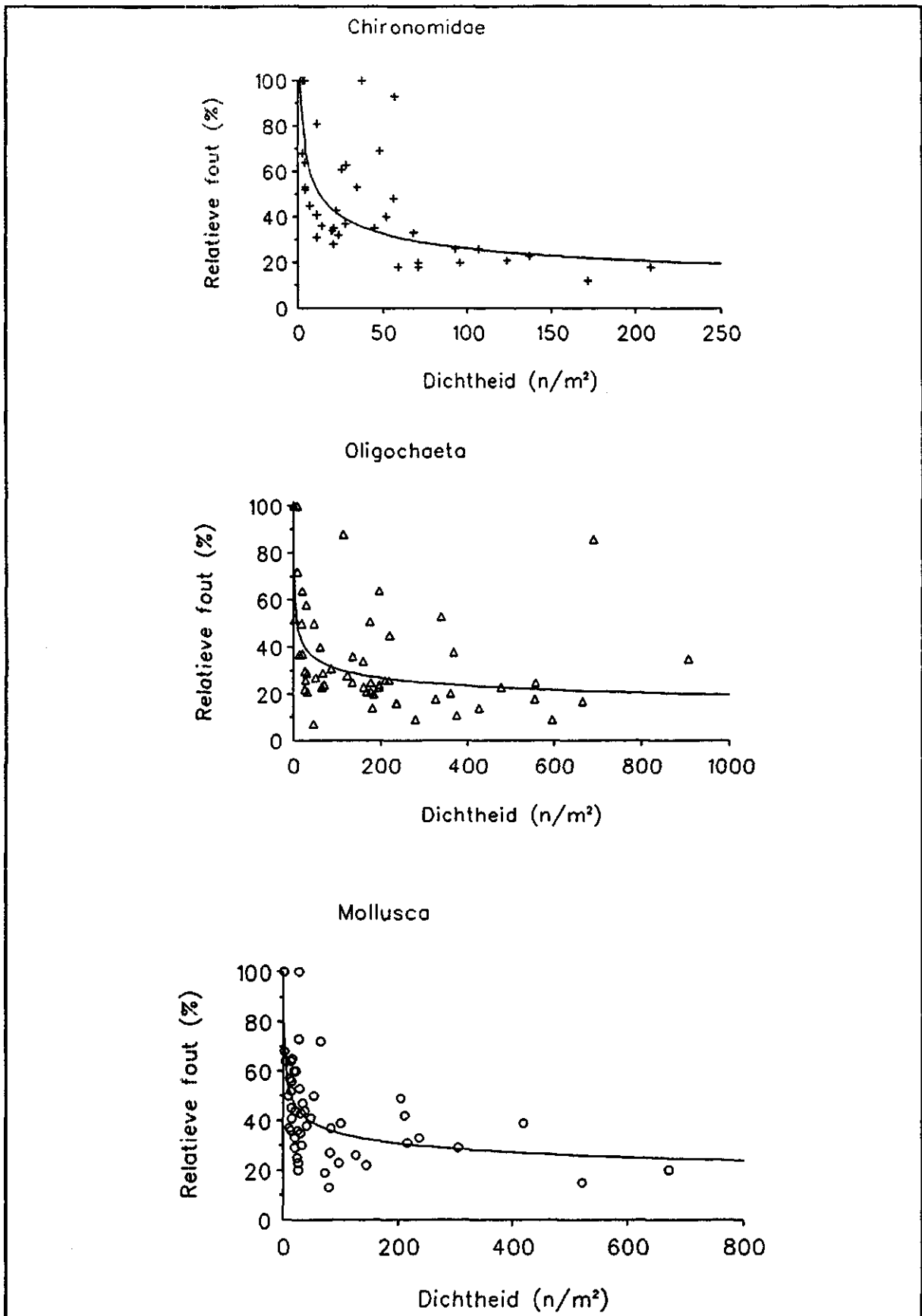


Fig. 4.2: De relatieve fout [%] gerelateerd aan de dichtheid [n/m^2] per diergroep op de verschillende locaties in augustus en november.

Bank in het Haringvliet (locatie 1):

Lipiniella arenicola kwam voor in de ondiepe zandbodem op locatie 1. *Lipiniella arenicola* is eerder in dit gebied op in zandige bodems aangetroffen (Smit et al., 1991; Snoek, 1990). *Stictochironomus sp.* kwam alleen voor op locatie 1 in november. *Stictochironomus sp.* is een bewoner van zandbodem (Moller Pillot & Buskens, 1990). Het feit dat deze soort alleen in november waargenomen is, komt waarschijnlijk doordat deze soort de grootste dichtheden in het najaar heeft. Ten Winkel & Davids (1987) concludeerden dat *S. sticticus* (= *S. histrio*) twee uitvliegpieken heeft. De grootste uitvliegpiek was in mei en de tweede uitvliegpiek was in augustus. Waarschijnlijk is in dit onderzoek in augustus net na de uitvliegpiek van *Stictochironomus sp.* bemonsterd. Op de Ventjagersplaten vertoonde *Stictochironomus sp.* slechts één uitvliegpiek en wel in mei (Snoek, 1990). *Stictochironomus sp.* overwintert in het 4^e larvale stadium (Snoek, 1990). Mogelijkerwijs zijn de larven in augustus klein en in november groter. De kans bestaat dan dat de kleine larven in augustus door de zeef zijn gespoeld. *Chironomus nudiventris* kwam talrijk voor op locatie 1. De substraatvoorkeur van *Ch. nudiventris* wijkt iets af van hetgeen beschreven is door Moller Pillot & Buskens (1990). Door hen is de soort beschreven als een slibbewonende soort, terwijl de soort op locatie 1 ook talrijk in slibhoudend zand is aangetroffen. Ook op de Ventjagersplaten kwam de soort zeer talrijk voor in slibhoudend én puur zand (Smit et al., 1991). Het voorkomen van *Uncinaiis uncinatum* (Naididae) op locatie 1 is in overeenstemming met het gegeven dat deze soort vooral in zand voorkomt (Mol, 1984). Waarom deze soort alleen op locatie 1 voorkwam is niet te verklaren.

Wat de Sphaeriidae betreft zijn de soorten *Pisidium henslowanum*, *Pisidium moitessierianum*, *Pisidium nitidum* en *Sphaerium solidum* het meest talrijk aanwezig. Door Kuiper & Wolff (1970) is beschreven dat *P. henslowanum* voorkomt op een fijn zandhoudende slibbodem met veel detritus. Zij vonden dat *P. henslowanum* matige stroomsnelheden prefereert, die niet groter zijn dan 10 cm/s. De meest westelijke verspreiding van *P. henslowanum* vóór 1970 lag in het Hollandsch Diep-west.

Uit deze studie blijkt dat *P. henslowanum* na de afsluiting van het Haringvliet zandige slibrijke sedimenten (tabel 3.3) in het Haringvliet heeft kunnen koloniseren. *P. moitessierianum* is door Kuiper & Wolff (1970) beschreven als een soort die fijne zandbodems bewoont. Zij vermeldden dat de soort niet goed aangepast is aan het intergetijdengebied. Het verspreidingskaartje van *P. moitessierianum* (Kuiper & Wolff, 1970) liet ook een meest westelijke verspreiding tot de Biesbosch zien. In 1988 reikte het verspreidingsgebied van *P. moitessierianum* tot in het Haringvliet. Door Kuiper & Wolff (1970) is *P. nitidum* beschreven als een soort die vooral voorkomt in stromende wateren met een maximale stroomsnelheid van 80 cm/s. Zij gaven aan dat *P. nitidum* tolerant is voor organische vervuiling en voornamelijk voorkomt in zandige bodems. Voor de afsluiting van het Haringvliet had *P. nitidum* een meest westelijke verspreiding in het Hollandsch Diep-west (Kuiper & Wolff, 1970). Ook *P. nitidum* heeft het Haringvliet kunnen koloniseren. Opvallend was de vondst van *Sphaerium solidum* op locatie 1. Volgens Wolff (1970) is *S. solidum* een echte rivier soort, die leeft op zandige bodems. De meest westelijke verspreiding van deze soort in 1968 nam hij waar in de Biesbosch. Hij achtte het niet goed mogelijk dat de soort de verdere Delta zou koloniseren, omdat de soort afvoersnelheden > 90 cm/s niet kan weerstaan. Uit tabel 3.3 blijkt dat in 1988 de stroomsnelheden laag liggen. Het voorkomen in het westelijk Haringvliet op de zandige bodem is dus niet in tegenspraak wat Wolff (1970), over de tolerantie ten opzichte van de stroomsnelheden, beweerde.

Stroombed en geul in het Haringvliet (locaties 2 en 3):

Qua soortensamenstelling lijken locaties 2 en 3 sterk op elkaar. De aanwezigheid van *Chironomus muratensis*, *Procladius* sp., *Chironomus acutiventrus* en *Chironomus plumosus* indiceert een hoge mate van vuilbelasting (Moller Pillot & Buskens, 1990; Warwick, 1991; Dougherty & Morgan, 1991; Moldovan, 1987). De dichtheden van de Tubificidae waren hoger dan de dichtheden op locatie 1.

De belangrijkste soorten waren *Potamothrix hammoniensis*, *Potamothrix moldaviensis*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Limnodrilus udekemianus* en *Branchiura sowerbyi*. In het meer van Genève (Zwitserland) is de aanwezigheid van *P. hammoniensis*, *P. moldaviensis*, *L. hoffmeisteri*, *L. claparedeanus*, *L. udekemianus* positief gecorreleerd met de vervuiling van zware metalen in het sediment (Lang & Lang-Dobler, 1979b).

Sphaerium solidum en *Sphaerium corneum* kwamen op locatie 2 voor in lage dichtheden. De meest westelijke verspreiding van *S. corneum* vóór de afsluiting van het Haringvliet lag in de Biesbosch (Wolff, 1970). *S. corneum* leeft in slibrijke substraten en is toleranter voor vervuiling dan *S. solidum* (Wolff, 1970). *S. corneum* prefereert zelfs een lichte mate van organische verontreiniging, omdat er dan een groter aanbod aan voedsel is (Wolff, 1970). De aanwezigheid van *S. corneum* op locatie 2 en de afwezigheid op locatie 1 is hiermee in overeen stemming. Wolff (1970) voorspelde dat in de toekomst *S. corneum* zeer abundant zal voorkomen. Dit is in deze studie echter niet waargenomen.

Bank in het Hollandsch Diep-west (locatie 4):

Locatie 4 lijkt qua soortensamenstelling op locatie 1. Echter *Lipiniella arenicola* ontbrak en *Chironomus nudiventris* en *Pisidium henslowanum* zijn zeer talrijk aanwezig. Locatie 4 bevatte een zandbodem met een lager slibgehalte dan locatie 1. Tevens blijkt dat deze locatie schoner sediment heeft dan locatie 1 (bijlage II). Volgens Moller Pillot & Buskens (1990) komt *Chironomus nudiventris* vooral voor in slibbodems. Volgens Kuiper & Wolff (1970) komt *Pisidium henslowanum* vooral voor in fijne zandhoudende slibbodems. Deze literatuurgegevens stemmen niet overeen met de resultaten uit deze studie. Het voorkomen van *Harnischia sp.* in een zandbodem stemt overeen met de habitatvoorkeur zoals beschreven door Moller Pillot & Buskens (1990). De hogere dichtheden van *S. solidum* (Kuiper & Wolff, 1970) en *Valvata piscinalis* op deze schone locatie zijn opvallend.

Mosselbank in het Hollandsch Diep-west (locatie 5):

De soortenrijkdom op locatie 5 lijkt verband te houden met de aanwezigheid van grote hoeveelheden *Dreissena polymorpha*. Vooral *Valvata piscinalis*, *Potamopyrgus antipodarum* en Tubificidae met haren profiteerden van de clusters dode en levende driehoeksmosselen. Uit visuele waarnemingen blijkt dat de clusters driehoeksmosselen als torentjes boven de bodem uitstaken. Ze vormen hiermee een divers microhabitat met vele hoekjes, gaatjes en hebben een variabele graad van direct contact met de waterfase. Dit kan een verklaring zijn voor de grote diversiteit aan organismen.

Op locatie 5 zijn relatief veel bloedzuigers aanwezig, zoals *Erpobdella octoculata*, *E. testacea*, *Glossiphonia complanata*, *G. heteroclita* en *Helobdella stagnalis*. Bloedzuigers eten mollusken. Young & Procter (1986) stelden in vijf Engelse eutrofe meren vast dat het voorkomen van *G. complanata* en *H. stagnalis* gerelateerd was aan het voorkomen van Mollusca. Zij toonden aan dat beide bloedzuigers prederen op Mollusca, zoals *Potamopyrgus* sp., *Bithynia* sp., *Valvata* sp. en *Pisidium* sp. Deze Mollusca zijn op locatie 5 in voldoende mate aanwezig.

De aanwezigheid van de muggelarf *Parachironomus* gr. *vitiosus* indiceert dat er vast substraat zoals schelpen aanwezig is. Normaal komt deze soort voor op stenen (Moller Pillot & Buskens, 1990).

Slappe waterbodem Hollandsch Diep (locaties 6, 7, 8 en 9):

De locaties 6 t/m 9 worden gekarakteriseerd door een zeer soortenarme levensgemeenschap, waarbij de wormen nog het meest talrijk vertegenwoordigd zijn (*Limnodrilus claparedeanus*, *L. hoffmeisteri*, *Pothamothrix moldaviensis*, *Peloscolex multi-setosus*). Echter zelfs in vergelijking met de andere locaties zijn de dichtheden en biomassa's zeer laag. Uit voorgaande paragrafen blijkt dat deze locaties een sterk vervuilde waterrijke bodem bezitten. Mogelijk bestaat er een relatie tussen de mate van vervuiling en het voorkomen van een soortenarme door Oligochaeta gedomineerde levensgemeenschap.

Dit stemt overeen met de door vele auteurs gevonden relatie tussen de mate van voorkomen van Oligochaeta en vervuiling (Reynoldson, 1990; Lafont et al., 1988; Johnson et al., 1987; Robbins et al., 1989; Keilty et al., 1988; Lang & Lang-Dobler, 1979a en Lindegaard & Dall, 1988).

Wormen zijn detritus-eters (Sephton, 1987, Robbins et al., 1989). Het detritus (= organisch materiaal) zelf heeft weinig voedingswaarde, door de grote hoeveelheden onverteerbaar cellulose en lignine. Maar de met detritus geassocieerde microbiële levensgemeenschap is wel een goede voedselbron. Hoe meer detritus aanwezig is, des te meer bacteriën aanwezig zijn en des te meer wormen er kunnen leven. Echter uit deze studie blijkt dat het organisch stofgehalte significant gecorreleerd is met de vervuilingsgraad (figuur 3.14). Johnson et al. (1987), Reynoldson (1990) en Lafont et al. (1988) concludeerden, dat het voorkomen van wormen positief gecorreleerd is met het organisch stofgehalte. Reynoldson (1987) toonde met behulp van een literatuurstudie aan, dat Oligochaeta zeer tolerant zijn ten opzichte van vervuiling van zware metalen. De enige soort die de Chironomidae vertegenwoordigt op deze locaties was *Procladius* sp. Mogelijk komt *Procladius* sp. op deze locaties voor, omdat het voedselaanbod van algen en bacteriën groot is. In het algemeen wordt verondersteld dat *Procladius* sp. een predator is (McLachlan et al., 1978). Baker & McLachlan, 1979 (in Sephton, 1987) concludeerden aan de hand van een darminhoud-analyse van *P. choreus* dat deze soort een detritivoor-herbivoor in het veld is, maar een predator in laboratorium-experimenten. Door Sephton (1987) werd dit bevestigd en hij concludeerde dat in het veld 1^e en 2^e stadia van larven *P. bellus* detritivoor/herbivoor zijn en zich voor 70% voeden met kleine detritusdeeltjes (1-15 µm). 3^e en 4^e stadia *P. bellus* larven zijn wel omnivoor. Aumen, 1980 (in Sephton, 1987) schreef het eten van dierlijk voedsel toe aan toeval. Hij beschreef door het eten van grotere detritusdeeltjes dierlijk afval gegeten wordt. Er wordt niet speciaal naar een prooi gezocht, zoals een predator doet.

In slibrijke sedimenten in dit gebied is de pigmentenconcentratie van gesedimenteerde algen en microfyto-benthos hoger dan die in zandige bodems (De Jong et al., 1988). Mogelijkerwijs vormen de hoge algenconcentraties en de veronderstelde hoge concentraties aan bacteriën een goede voedselbron voor *Procladius* sp. Hierbij vertoont *Procladius* sp. waarschijnlijk een groter tolerantievermogen ten opzichte van de vervuiling dan *Chironomus* sp.

Wormen voeden zich met sedimentdeeltjes, die zich onder het oppervlak bevinden. Na vertering in de darm wordt de faeces afgezet aan het sedimentoppervlak. De aan het sediment gebonden organische micro's worden zo op de grenslaag bodem-water afgezet. Deze afzetting neemt toe in een gemengde levensgemeenschap door de toename van de graafactiviteiten (Keilty et al., 1988). De bioaccumulatiefactor is een maat voor de hoeveelheid toxicanten, die in een organisme accumuleren. De bioaccumulatiefactor is de verhouding tussen de concentratie in het organisme en de concentratie in het sediment. Keilty et al. (1988) toonden aan dat in gemengde levensgemeenschappen de bioaccumulatiefactor in de organismen lager ligt dan die in monocultures. Dit kan betekenen dat wormen in gemengde gemeenschappen bij een hogere vervuilingsgraad kunnen leven dan wormen in monocultures. Of dit verklaart waarom bij de zeer hoge vervuilingsgraad op de locaties 6 t/m 9 nog wormen aanwezig zijn, is niet te zeggen. De relatief lage pH ($\pm 6,9$) op deze locaties is mogelijk toe te schrijven aan een verhoogde afbraak van organisch materiaal door het vrijkomen van NH_4^+ . De Jong et al. (1988) toonden aan dat op vergelijkbare locaties in het Hollandsch Diep de zuurstoffluxen en de pH in de bodem van dit gebied erg laag zijn. Verder toonden zij aan dat het ammoniumgehalte in de bodem relatief hoog is. Ten gevolge van de verhoogde microbiële activiteit kunnen op het grensvlak van sediment en water zuurstoftekorten ontstaan en kunnen daardoor toxische stoffen vrijkomen.

Warwick (1991) beschreef drie processen die in dit soort gebieden van belang zijn voor de respons van de organismen:

1. de contaminatie met toxische stoffen,
2. het sedimentatieproces,
3. de trofiegraad.

Door het hoge watergehalte en de sedimentatiesnelheid is de constitutie van dit slib zeer waterig en los gepakt. Het tegelijk afspelen van de door Warwick (1991) genoemde processen kan een mogelijke verklaring zijn voor de vrijwel totale afwezigheid van Chironomidae.

Veel muggelarven leven in kokertjes (Edgar, 1969). Door sedimentatie van slibdeeltjes kunnen de kokertjes volledig ondergesneeuwd worden. Door de constitutie van het slib is het zeer waarschijnlijk dat de bodem in beweging is. De kokertjes zijn waarschijnlijk niet stevig genoeg om weerstand te kunnen bieden tegen deze bewegingen van de slibbodem. Doordat Oligochaeta zich vrij door de bodem bewegen zullen deze organismen minder hinder ondervinden van de waterige constitutie.

Indien de sedimenttoplaag in de toekomst een veel betere kwaliteit krijgt, wordt een toename van vooral Oligochaeta verwacht. Voor de Chironomidae zal het slib te slap zijn om zich te handhaven.

Stroombed in de Amer (locaties 10, 11 en 12):

De soortenrijkdom op de rivier de Amer (locaties 10 en 11) werd gekarakteriseerd door de gevarieerde levensgemeenschap aan Mollusca, zoals *Pisidium casertanum*, *P. henslowanum*, *P. moitesierianum*, *P. nitidum*, *P. subtruncatum*, *P. supinum* en *P. obtusale*. Uit de soortenbeschrijving van Kuiper & Wolff (1970), gegeven bij locatie 1, blijkt dat bovengenoemde soorten ook vóór 1970 in de matig stromende Amer en de Biesbosch voorkwamen. Volgens Kuiper & Wolff (1970) kwam *P. henslowanum* in dichtheden van meer dan 300 individuen per vierkante meter in de Biesbosch voor. In deze studie kwam *P. henslowanum* in lage dichtheden voor in het Spijkerboor. Uit tabel 3.3 blijkt dat de gehalten aan olie, zware metalen, totaal-PAK's, totaal-PCB's, deeltjesgrootte < 16 µm en organisch stof afneemt in de volgende volgorde: locaties 10, 11 en 12. Uit bijlage V blijkt dat de dichtheden van *Pisidium sp.* op de locaties afneemt in volgorde: 10, 11 en 12. Blijkbaar kunnen *Pisidium sp.* goed gedijen bij een hoog slib- en organisch stofgehalte. Daarbij lijken ze relatief tolerant voor de vervuiling te zijn.

Volgens Mackie (1989) zijn *Pisidium compressum* en *P. casertanum* tolerant voor de zware metalen cadmium, lood en aluminium. Er is sprake van een kwaliteitsverbetering van het sediment, indien *Sphaerium rivicola* weer waargenomen is (Wolff, 1970; Klink, 1982). In deze studie is *Stylodrilus heringianus* niet waargenomen. Lang & Lang-Dobler (1979b) constateerden in het meer van Genève (Zwitserland) een positieve correlatie met de aanwezigheid van *S. heringianus* en een hoog organische koolstofgehalte en een negatieve correlatie met zware metalen. Zij constateerden ook dat de aanwezigheid van *Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. udekemianus* en *L. profundicola* positief gecorreleerd was met het gehalte aan totaal-fosfaat, terwijl de aanwezigheid van *Psammoryctes barbatus* positief gecorreleerd was met het zinkgehalte. Mogelijk houdt de af- en aanwezigheid van bovengenoemde wormen verband met de hoge mate van vervuiling. Verwacht wordt dat bij lagere gehalten aan zware metalen en organische microverontreinigingen en een gelijk gehalte aan organische stof er *S. heringianus* wordt waargenomen.

Stroombed en bank in de Nieuwe Merwede (locaties 13 en 14):

De soorten *Rheotanytarsus* sp., *Nanocladius bicolor*, *Micropsectra* sp. en *Procladius olivacea* kwamen niet talrijk voor. Volgens Klink (1982) zijn dit soorten die niet abundant in de grote rivieren voorkomen. Voornamelijk komen zij voor in het lithaal. Dit is een habitat waar stenen langs de oevers buiten de eigenlijke stroomdraad liggen. Door Moller Pillot & Buskens (1990) werd beschreven dat deze soorten bewoners op stenen in de oevers zijn. Een mogelijke verklaring voor hun aanwezigheid in de waterbodem is dat bovengenoemde chironomiden op drift raken door de hoge stroomsnelheden en in een ander habitat terecht komen, waar ze onder suboptimale omstandigheden kunnen voortbestaan. Evenals bovengenoemde Chironomidae is de aanwezigheid van *Caenis luctuosa*, *Ecnomus tenellus* en *Hydropsyche conterbunalis* op locatie 13 een indicatie dat er drift optreedt van soorten die leven op stenen in de oevers. Zo is het ook opvallend dat er geen levende (op drift geraakt) of schelpen van dode *Theodoxus fluviatilis* in het sediment zijn aangetroffen.

Mogelijk is de afwezigheid van *T. fluviatilis* op stenen in de Rijn het gevolg van de afwezigheid van diatomeeën op de stenen. Neumann (1961) concludeerde aan de hand van experimenten, dat *T. fluviatilis* foerageert op diatomeeën op stenen. De stenen dienen ruw te zijn om de diatomeeën in gebroken toestand te kunnen verteren. Groenalgen bezitten een te harde celwand en een slijm laag. Door deze eigenschappen kunnen de groenalgen niet door *T. fluviatilis* verteerd worden. Ten gevolge van de waterkwaliteit komen er meer groenalgen voor dan diatomeeën. Mogelijk kan de afwezigheid van *T. fluviatilis* hiermee verklaard worden.

Het voorkomen van de soorten *Dicrotendipes* gr. *nervosus* en *Cryptochironomus* sp. indiceert de aanwezigheid van stroming en een zandbodem (Moller Pillot & Buskens, 1990). Zij toonden aan dat voor beide soorten geldt dat de dichtheid afneemt bij een toename van organische verontreiniging en organisch materiaal. Mogelijk is dit de oorzaak van het niet of in lage dichtheden aanwezig zijn van deze soorten op locatie 14. Locatie 14 (zeer vervuild) bevat lagere dichtheden dan locatie 13 (schoon).

De vrijwel totale afwezigheid van de Mollusca, behalve *Pisidium moitessierianum* en *P. subtruncatum* geeft aan dat de Mollusca vrijwel ontbreken in dit soort sediment. Bij verbetering van de sediment- en waterkwaliteit kunnen de volgende soorten zich vestigen: *Theodoxus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, *Pisidium henslowanum*, *P. nitidum*, *P. supinum*, *P. moitessierianum* en *Sphaerium solidum*.

4.3 Correlatie tussen macrofauna en milieuparameters

Algemeen:

In deze paragraaf wordt de soortensamenstelling in verband gebracht met de milieuparameters aan de hand van de CANOCO-ordinatie (figuren 3.17 en 3.18). In deze ordinatiediagrammen is een ordinarie uitgevoerd aan de hand van de gemiddelde dichtheid [n/m^2] per soort en de werkelijke gehalten van de vier geselecteerde milieuparameters op iedere locatie (§ 3.3.2). In de figuren 4.2 en 4.3 is in deze ordinarie een clustering aangegeven. In § 4.2.3 is uitgebreid ingegaan op de autecologie van de verschillende soorten. Indien de ordinarie niet overeen komt met het bovengenoemd beeld geschetst door de autecologie van de verschillende soorten dan wordt dit vermeld. Tot op heden is er weinig gepubliceerd over typologieën, waaringehel macrofaunalevensgemeenschappen bekeken zijn en waarbij de Oligochaeta en Sphaeriidae tot op soort gedetermineerd zijn. Vergelijkingen met ander onderzoek is dan ook moeilijk.

Aan de hand van de figuren 4.2 en 4.3 zijn vijf typen macrofaunagemeenschappen onderscheiden:

1. Een gemeenschap gedomineerd door kleine Chironomidae in het overgangsgebied van de Rijn.
2. Een soortenarme gemeenschap van *Limnodrilus*-soorten in het sedimentatiegebied.
3. Een gemeenschap met verscheidene *Pisidium*-soorten in slibrijke sedimenten.
4. Een *Chironomus/Lipiniella arenicola*-gemeenschap op ondiepe plaatsen.
5. Een *Dreissena polymorpha*-gemeenschap op zandige sedimenten.

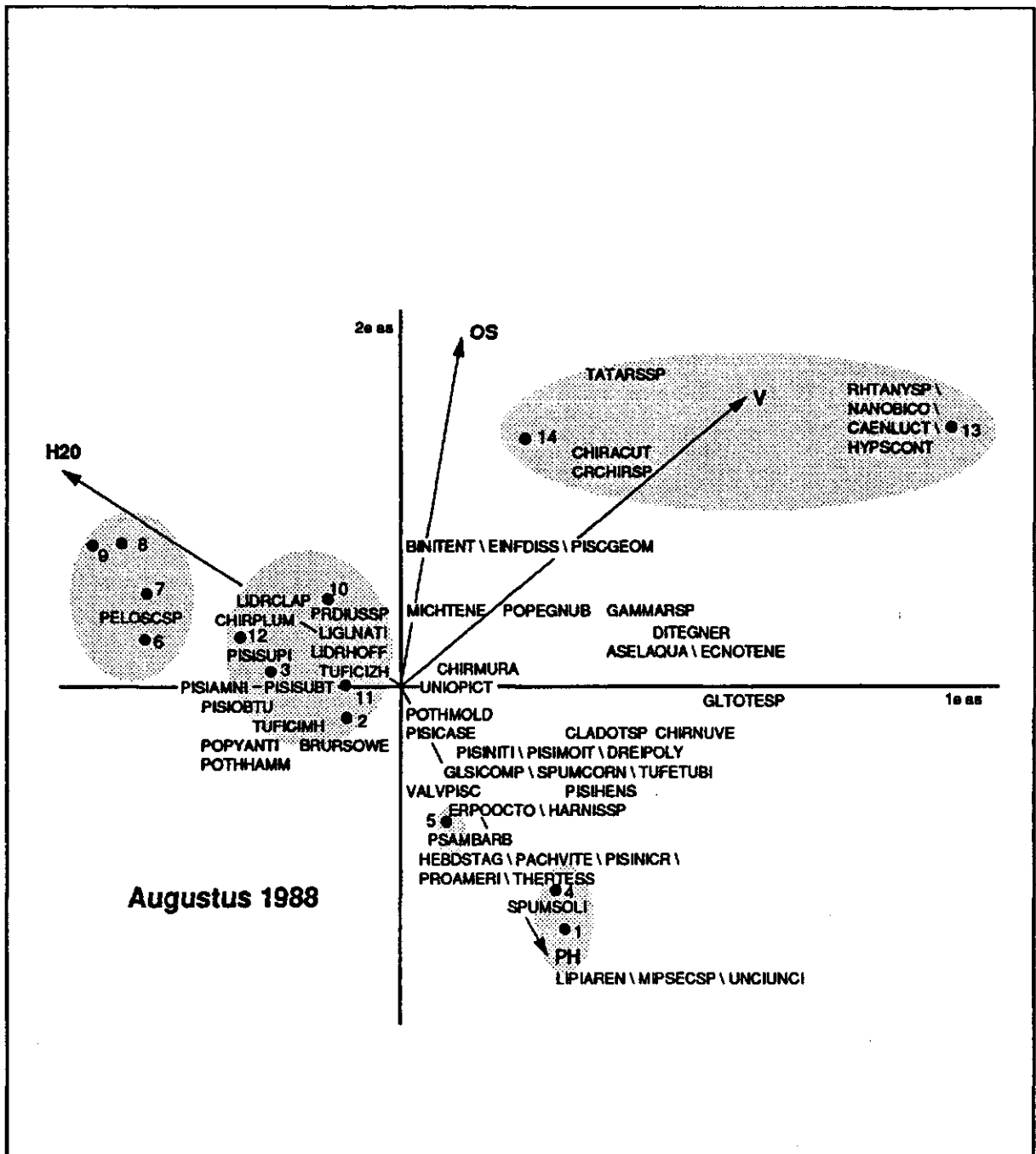


Fig. 4.3: Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling van de 14 bemonsteringslocaties in augustus 1988. De soorten en locaties worden als punten weergegeven, de milieuparameters als vectoren. Voor verklaring van de coderingen zie de bijlagen II en V.1.

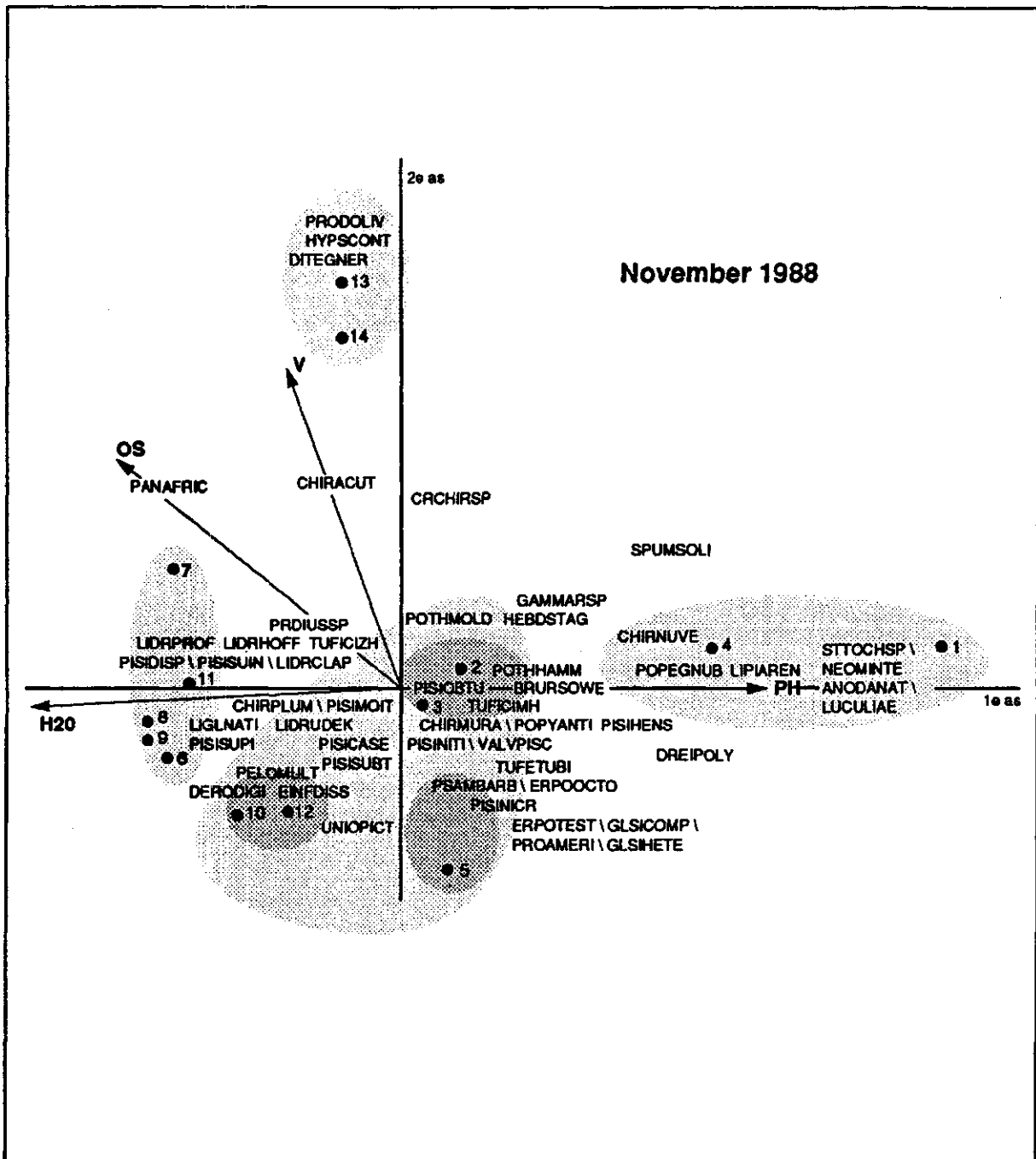


Fig. 4.4: Ordinatiediagram gebaseerd op Canonical Correspondence Analysis van de soortensamenstelling van de 14 bemonsteringslocaties in november 1988. De soorten en locaties worden als punten weergegeven, de milieuparameters als vectoren. Voor verklaring van de coderingen zie de bijlagen II en V.1.

**Gemeenschap gedomineerd door kleine Chironomidae
in het overgangsgebied van de Rijn:**

Uit figuren 4.3 en 4.4 blijkt dat de soortensamenstelling op locaties 4.3 en 4.4 in de Nieuwe Merwede is gecorreleerd met voornamelijk de stroomsnelheid en het organisch stofgehalte. Vooral de aanwezigheid van de kleine muggelarven *Rheotanytarsus sp.*, *Nanocladius bicolor*, *Tanytarsus sp.*, *Prodiamesa olivacea* en *Cryptochironomus sp.* op locatie 13 wordt door deze parameters én de lage verontreinigingsgraad verklaard; evenals de haft *Caenis luctuosa* en de kokerjuffer *Hydropsyche conterbunalis*. Op locatie 14 is vooral de zeer hoge vervuilingsgraad de oorzaak ervan dat deze kleine muggelarven minder tot niet aanwezig zijn en de grotere muggelarven *Chironomus acutiventris*, *Ch. murantensis* en *Ch. plumosus* talrijker aanwezig zijn.

**Soortenarme gemeenschap van *Limnodrilus sp.*
in het sedimentatiegebied:**

In het sedimentatiegebied in het Hollandsch Diep wordt de soortensamenstelling gedomineerd door *Limnodrilus sp.* De projectiepunten van de soorten en locaties liggen zodanig op de milieuparameters dat hieruit het volgende geconcludeerd kan worden. De locaties 6, 7, 8 en 9 worden fysisch-chemisch gekarakteriseerd als locaties met weinig tot geen stroming, het sediment bevatte een hoog water- en slibgehalte met een relatief hoog organisch stofgehalte. In vergelijking met locatie 14 is het sediment middelmatig vervuild.

Gemeenschap met *Pisidium sp.* in de slibrijke sedimenten:

In figuur 4.4 is een cluster bestaande uit de locaties 2, 3, 5, 10, 11 en 12 waar te nemen. Dit cluster wordt gevormd door de meeste *Pisidium sp.*, Tubificidae met haren, *Chironomus plumosus* en *Chironomus muratensis*. Uit de figuren 4.2 en 4.3 blijkt dat de locaties 10, 11 en 12 enerzijds en 2 en 3 anderzijds een vergelijkbare hoeveelheid organisch stof bevatten.

Echter de vervuilingsgraad op de eerste drie genoemde locaties is vele malen hoger dan de laatste twee locaties (tabel 3.3). Gezien de plaatsing van dit cluster in het diagram, dichtbij het zeer soortenarme cluster, is het goed mogelijk dat de factor vervuiling (gemiddeld watergehalte, gemiddeld organisch stofgehalte, relatief lage pH, hoge vervuilingsgraad) bepalend is voor het voorkomen van de in dit cluster geplaatste soorten. De onderverdeling binnen dit cluster wordt veroorzaakt door het type substraat. De slib- en waterrijke sedimenten op locatie 10, 11 en 12 bevatten hogere dichtheden *Pisidium sp.* dan op de zandige en zandrijke slib locaties 2 en 3. Het feit dat de locaties 2 en 3 dichtbij elkaar geplaatst worden, kan mogelijk verklaard worden door de aanwezigheid van *Branchiura sowerbyi*. Waarom *B. sowerbyi* alleen in het Haringvliet voorkomt is aan de hand van deze studie niet te verklaren.

Locatie 5 wordt getypeerd door een soortenrijke levensgemeenschap met een slibrijke zandbodem met een laag watergehalte en een relatief hoge pH. Door de *Dreissena polymorpha* gedomineerde gemeenschap wordt deze in een apart type geplaatst.

Mogelijk zal in deze slibrijke gebieden na sanering het aantal en soortenrijkdom van Tanytarsini en *Polypedilum sp.* toenemen. Wat betreft de Oligochaeta zal er een toename zijn van *Aulodrilus pluriset* en *Stylodrilus heringianus* (Howmiller, 1970).

***Chironomus sp./Lipiniella arenicola*-gemeenschap in de ondiepe gebieden:**

Uit de figuren 4.3 en 4.4 blijkt dat er een door *Lipiniella arenicola* en *Chironomus nudiventris* getypeerde gemeenschap bestaat. Behalve deze soorten is de aanwezigheid van *Sphaerium solidum*, *Stictochironomus sp.* en *Micropsectra sp.* kenmerkend. Deze levensgemeenschap wordt getypeerd door gematigde stroomsnelheden, een relatief hoge pH en daarmee gecorreleerd het substraattypen zand (figuur 3.15), een laag organisch stofgehalte en daarmee gecorreleerd een lage verontreinigingsgraad.

***Dreissena polymorpha*-gemeenschap op de zandige sedimenten:**

In de figuren 4.3 en 4.4 is locatie 5 als aparte cluster weergegeven. *Dreissena polymorpha* wordt in dit geval niet dicht bij locatie 5 geplaatst, omdat er ook driehoeksmosselen op locatie 1, 4, 10 en 13 aanwezig zijn. Door het toepassen van een logaritmische transformatie binnen het ordinatie-programma CANOCO wordt een groter belang toegekend aan de aan- of afwezigheid van een soort, dan aan dichtheidsverschillen. Hieruit kan ook de plaatsing van de bloedzuigers, die vrijwel alleen voorkomen op locatie 5, verklaard worden. In de voorgaande paragrafen is al besproken dat ten gevolge van de grote dichtheden *D. polymorpha* er een geschikt habitat ontstaan is voor bloedzuigers en kleinere mosselen, zoals *Valvata piscinalis* en *Pisidium sp.* De voorkeur van *D. polymorpha* voor zandige sedimenten stemt overeen met de ordinatie van locatie 5 ten opzichte van de milieufactor pH en daarmee significant gecorreleerde deeltjesfractie $> 210 \mu\text{m}$ (figuur 3.15) en het watergehalte van het sediment.

Monte Carlo-permutatietoets:

De minder significante ordening in augustus is mogelijk te verklaren doordat in ieder deelmonster maar tien individuen *Oligochaeta* op locaties 5 t/m 14 gedetermineerd zijn (zie § 2.2.2). Bij de omrekening naar het totaal aantal individuen per soort per steek wordt dan een over- of een onderschatting gemaakt.

4.4 Biologische indices als mogelijke indicatie voor vervuiling

Algemeen:

In deze studie is gezocht naar biologische indices, die de mate van toxische verontreiniging van het sediment kunnen uitdrukken. Dit in verband met het mogelijke gebruik van macrofauna als indicator voor waterboderverontreinigingen. Johnson (1987) concludeerde dat vooral *Chironomus sp.* en *Procladius sp.* samen met de tubificide wormen een indicatie zijn voor organische vervuiling.

In deze studie zijn een aantal indices en parameters onderzocht:

- * De dichtheid van de Chironomidae (Van Urk et al., 1991),
- * De individuele biomassa van de Tubificidae,
- * De verhouding tussen de Chironomidae en de Tubificidae,
- * De verhouding tussen *Procladius sp.* en *Chironomus sp.* (cf. Warwick, 1991).

De dichtheid van de Chironomidae:

In het Ketelmeer/Vossemeer is de dichtheid van de Chironomidae negatief gecorreleerd met de mate van verontreiniging met toxische stoffen (Van Urk et al., 1991). In deze studie is de dichtheid van de Chironomidae in augustus en november per locatie en per vervuilingsklasse weergegeven in figuur 4.5. Uit deze figuur blijkt dat de dichtheid altijd laag was vergeleken met de minder vervuilde locaties in het Vossemeer. Binnen de lage waarden had het seizoen een grote invloed. De schone locaties werden in het algemeen niet gekenmerkt door hogere dichtheden. Zo werd op locatie 3 (vervuilingsklasse IV) een hogere dichtheid gevonden in augustus dan op locatie 13 (vervuilingsklasse II). Er moet hierbij worden aangetekend, dat de twee waarnemingen (augustus en november) niet in de periode vallen, die worden aanbevolen om de bemonstering uit te voeren (maart en/of april). Het is echter niet te verwachten dat bemonstering in deze maanden een geheel ander beeld zouden geven dan de maart/april bemonstering. Tijdens de wintermaanden neemt de dichtheid alleen maar af.

Over het algemeen is een nadeel van deze index de seizoensgebondenheid en dat de index alle waarden aan kan nemen.

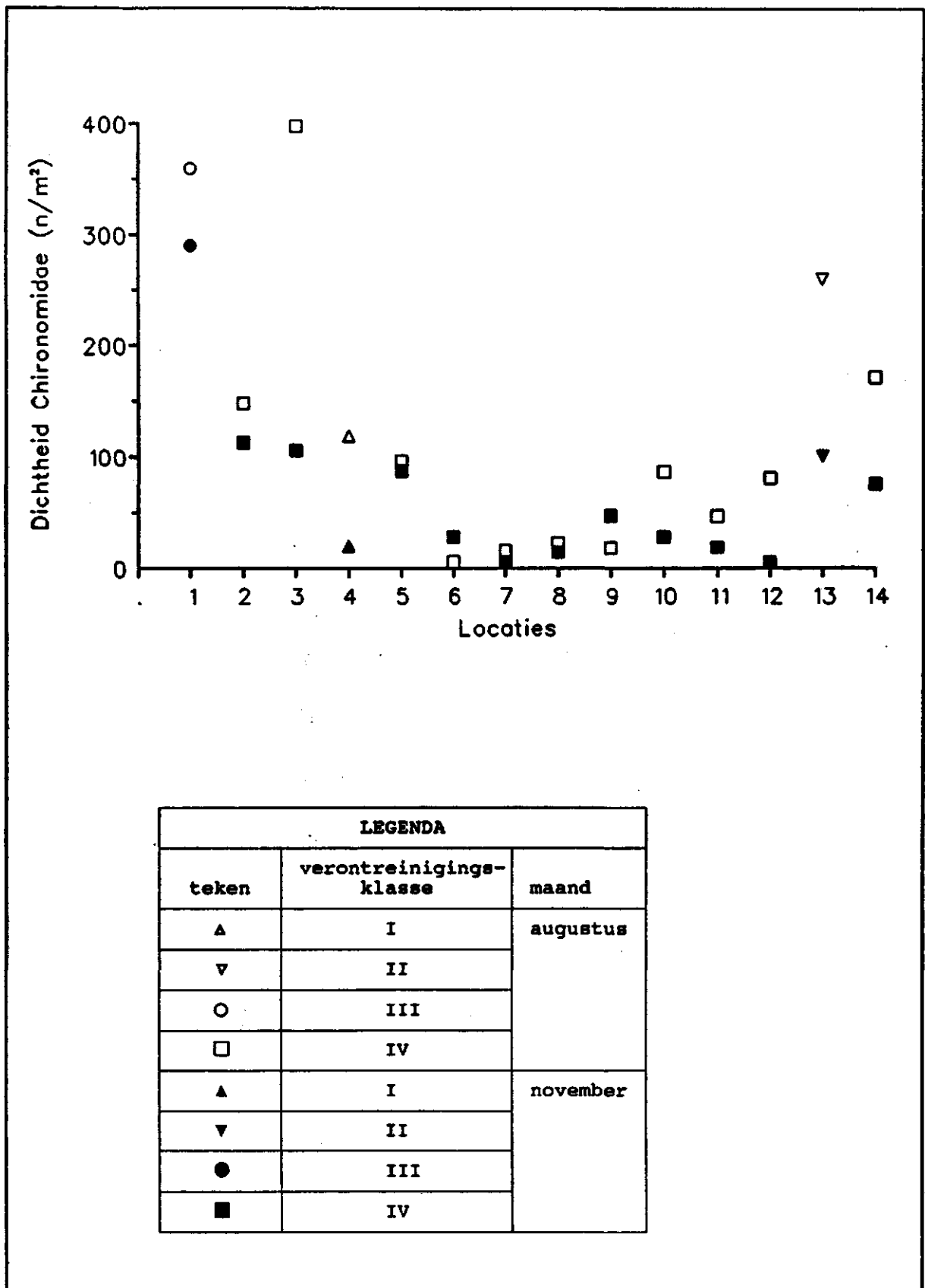


Fig. 4.5: De Chironomidae-dichtheid (in n/m^2) per locatie in augustus en november. De tekens geven de verschillende vervuilingssklassen aan.

De individuele biomassa van de Tubificidae:

De individuele biomassa van de Tubificidae is mogelijk negatief gecorreleerd met de waterbodemkwaliteit. Immers, in zeer vuile bodems zou de groei sterk vertraagd kunnen worden en de sterfte hoog kunnen zijn. Het gevolg zou kunnen zijn dat de dieren gemiddeld kleiner blijven. De individuele biomassa van de Tubificidae bleek in deze studie echter een relatie te vertonen met de totale dichtheid van de Chironomidae in augustus (figuur 4.6). Hoe meer chironomiden er aanwezig zijn, des te lager de individuele biomassa van de tubificide wormen was. In november werd deze relatie echter niet gevonden (figuur 4.6).

De ordening van de locaties in figuur 4.6 (augustus) lijkt sterk op die uit de CANOCO-ordinatie (figuur 4.4) en figuur 4.1. Om deze reden is de individuele biomassa van de Tubificidae ook uitgezet tegen het watergehalte (figuur 4.7). Het blijkt dat in augustus de variantie van de individuele biomassa van de Tubificidae voor 79% verklaard kan worden door de toename van het watergehalte in het sediment. In november is de correlatiecoëfficiënt r zeer laag (0,29) en is het watergehalte geen verklarende variabele ($R^2 = 0,08$). De relaties in de figuren 4.6 (augustus) en 4.7 lijken vooral te worden veroorzaakt door de locaties 6, 7, 8, 9 en 3, waar een niet tot weinig geconsolideerde, zeer vervuilde slibbodem aanwezig is. Hier was in augustus de individuele biomassa van de Tubificidae zeer hoog en de totale dichtheid aan Chironomidae zeer laag. Mogelijkerwijs treedt er een interactie op tussen Chironomidae en Tubificidae. Op sterk verontreinigde plaatsen, zoals locaties 6 t/m 9 waar Chironomidae slecht zouden kunnen leven, zouden Tubificidae dan mogelijk beter kunnen groeien. Er zijn echter ook andere verklaringen voor het optreden van bovengenoemde combinatie. In het instabiele slib kunnen Chironomidae zich fysiek niet handhaven en vinden Tubificidae een overvloedige voedselbron van gesedimenteerd plankton, microfytobenthos en bacteriën. De totale dichtheid van Tubificidae en Chironomidae is dermate laag dat interactie beperkt zal zijn. De juist zeer lage individuele biomassa van de Tubificidae in november op de locaties 6 t/m 9 wijst erop dat ook de levenscyclus van de betreffende soorten mee zal spelen.

Er is nog een interessant verschil waar te nemen tussen de dichtheid van Chironomidae op locatie 3 (relatief hoog) en 6 t/m 9 (zeer laag). Uit tabel 3.3 blijkt dat op locatie 3 minder PAK's en PCB's aanwezig zijn onder vrijwel gelijke gehalten aan organisch stof, water en slib als op de locaties 6, 7, 8 en 9.

De hierboven besproken relaties kunnen nog op zoveel manieren worden uitgelegd, dat het onduidelijk blijft wat de betekenis in relatie tot de verontreinigingsgraad van de waterbodem is.

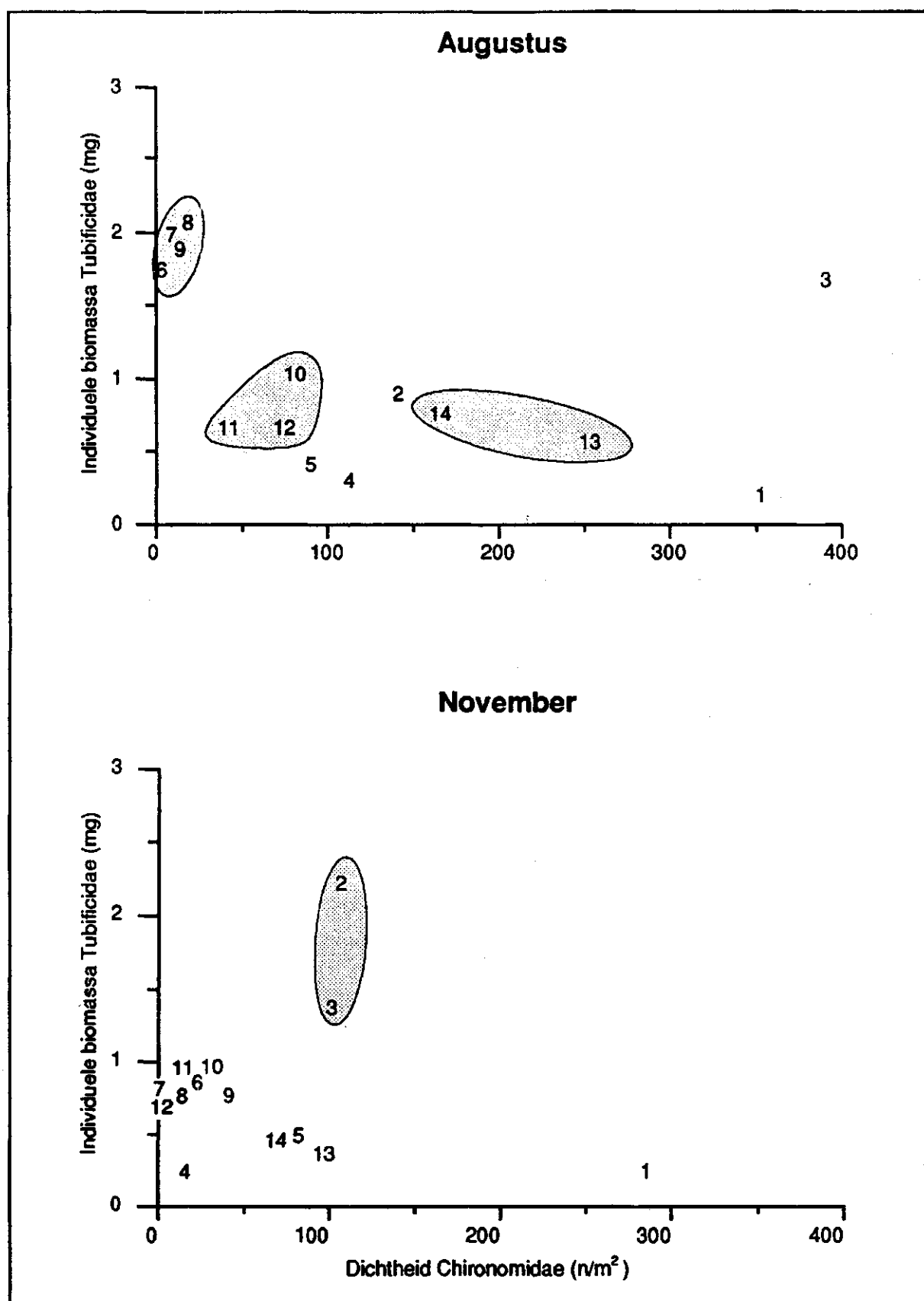


Fig. 4.6: Een relatie tussen de individuele biomassa van Oligochaeta en de totale dichtheid Chironomidae in augustus en november. De cijfers geven daarbij de locaties aan.

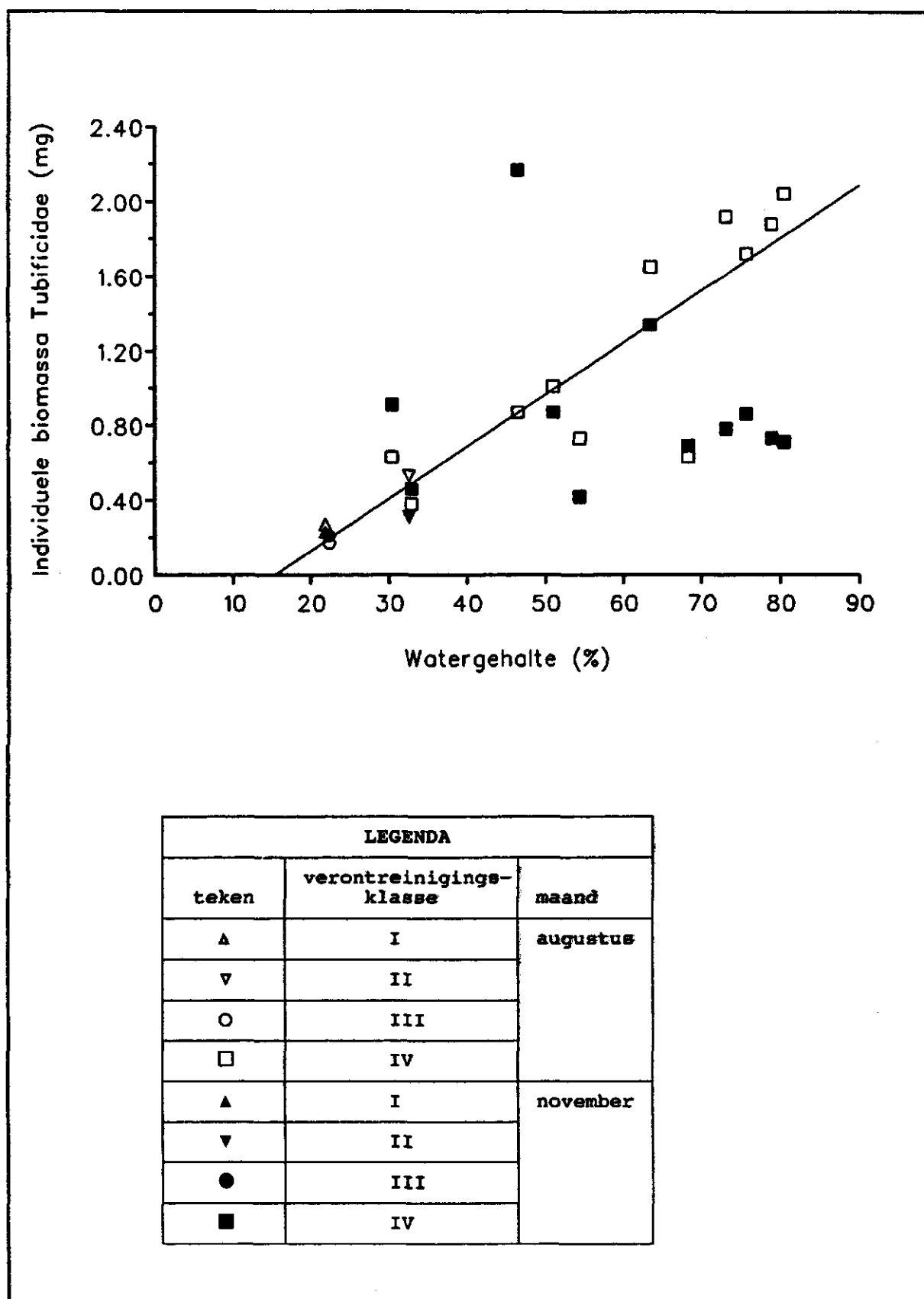


Fig. 4.7: De individuele biomassa [mg] van de Tubificidae gerelateerd aan het watergehalte [%] in het sediment op de verschillende locaties. De tekens geven de verschillende vervuilingssklassen aan.

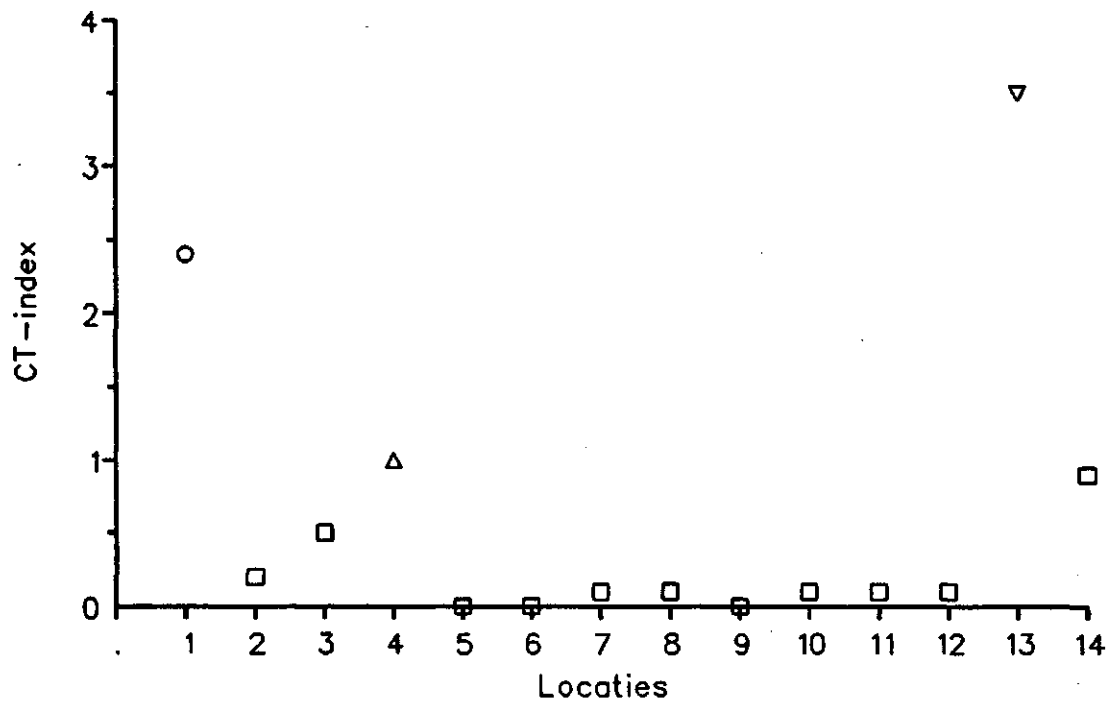
De verhouding tussen de Chironomidae en de Tubificidae:

De verhoudingen tussen de gemiddelde dichtheden en biomassa's van Chironomidae en Tubificidae staan per locatie weergegeven in tabel 4.1. In figuur 4.8 is de dichtheidsindex (CT-index) in augustus nog eens grafisch per locatie weergegeven. In deze figuur zijn tevens de vervuiliingsklassen per locatie weergegeven. De biomassa-index geeft dezelfde informatie als de dichtheidsindex. Daarom wordt hier niet verder op ingegaan. De grafische weergave van de index in november werd niet zinvol geacht.

Het blijkt dat de CT-index in augustus voor de klasse IV sedimenten lager ligt dan 1. Op de drie locaties met kwaliteitsklasse schoner dan IV was de CT-index in augustus 1,0 of hoger. De index op locatie 1 is hoger dan op locatie 4. Locatie 1 echter heeft een meer vervuilde waterbodem (vervuilingsklasse III) dan locatie 4 (vervuilingsklasse I). Uit figuur 4.1 blijkt dat locatie 1 een bodem met een hoger slib- en watergehalte bevatte dan locatie 4. De CT-index lijkt op het eerste gezicht niet lineair gecorreleerd met de kwaliteit, maar eerder onderscheid te maken tussen zeer vuil ($< 1,0$) en minder vuil ($> 1,0$). In november werd deze verdeling al niet meer gevonden. Meer onderzoek is nodig om te bepalen of, en zo ja hoe deze CT-index gebruikt kan worden en wat de factoren zijn, die bepalen of een gemeenschap gedomineerd wordt door Chironomidae dan wel Tubificidae. Daarbij moet aandacht worden besteed aan de gevoeligheid van deze CT-index voor de seizoensinvloeden (vergelijk augustus en november). Ook kan overwogen worden om bijvoorbeeld de dichtheid van de Chironomidae uit te drukken in het totaal aantal Chironomidae en Tubificidae. Deze index neemt niet alle waarden aan, maar varieert tussen 0 en 1.

Tabel 4.1: De totale dichtheden en biomassa's per taxon en de CT-indices (Chironomidae/Tubificidae) van de dichtheid en biomassa per locatie voor de verschillende bemonsteringsmaanden.

maand	locatie	taxon	totale dichtheid [n/m ²]	totale biomassa [mg/m ²]	CT-index dichtheid (Chi/Tub)	CT-index biomassa (Chi/Tub)
AUGUSTUS	1	Chironomidae	359,1	465,7	2,4	19,0
		Tubificidae	148,1	24,5		
	2	Chironomidae	147,9	60,4	0,2	0,1
		Tubificidae	700,3	607,9		
	3	Chironomidae	397,6	161,0	0,5	0,1
		Tubificidae	792,0	1.310,3		
	4	Chironomidae	118,4	96,6	1,0	2,9
		Tubificidae	121,3	33,3		
	5	Chironomidae	95,8	73,7	0,0	0,0
		Tubificidae	5.056,8	1.936,4		
	6	Chironomidae	5,6	2,5	0,0	0,0
		Tubificidae	486,0	837,6		
	7	Chironomidae	15,5	4,6	0,1	0,0
		Tubificidae	273,6	526,4		
NOVEMBER	8	Chironomidae	22,5	14,7	0,1	0,0
		Tubificidae	264,6	540,0		
	9	Chironomidae	18,3	6,8	0,0	0,0
		Tubificidae	408,9	769,3		
	10	Chironomidae	85,9	42,3	0,1	0,0
		Tubificidae	593,4	599,9		
	11	Chironomidae	46,5	18,9	0,1	0,1
		Tubificidae	506,9	318,6		
	12	Chironomidae	80,3	28,7	0,1	0,1
		Tubificidae	789,7	500,2		
	13	Chironomidae	259,1	74,3	3,5	1,9
		Tubificidae	74,7	39,8		
	14	Chironomidae	170,4	104,7	0,9	0,7
		Tubificidae	194,7	142,3		
NOVEMBER	1	Chironomidae	290,1	263,0	9,3	39,8
		Tubificidae	31,3	6,6		
	2	Chironomidae	112,6	48,9	0,2	0,1
		Tubificidae	493,5	1.070,3		
	3	Chironomidae	105,6	101,5	0,1	0,1
		Tubificidae	768,5	1.029,2		
	4	Chironomidae	19,7	30,9	0,1	0,6
		Tubificidae	220,0	50,9		
	5	Chironomidae	86,8	73,9	0,0	0,0
		Tubificidae	6.046,6	2.796,2		
	6	Chironomidae	28,2	4,5	0,0	0,0
		Tubificidae	1.102,2	950,8		
	7	Chironomidae	4,7	3,5	0,0	0,0
		Tubificidae	349,7	278,8		
NOVEMBER	8	Chironomidae	14,1	1,6	0,0	0,0
		Tubificidae	593,7	419,4		
	9	Chironomidae	46,9	18,9	0,1	0,0
		Tubificidae	962,1	701,7		
	10	Chironomidae	28,2	6,4	0,1	0,0
		Tubificidae	476,4	412,8		
	11	Chironomidae	18,8	3,7	0,0	0,0
		Tubificidae	497,5	455,2		
	12	Chironomidae	5,3	1,1	0,0	0,0
		Tubificidae	830,7	571,8		
	13	Chironomidae	100,0	11,3	0,1	0,1
		Tubificidae	799,7	251,7		
	14	Chironomidae	75,1	31,6	0,1	0,1
		Tubificidae	746,2	312,9		



LEGENDA		
teken	verontreinigings- klasse	maand
△	I	augustus
▽	II	
○	III	
□	IV	

Fig. 4.8: De CT-index (Chironomidae/Tubificidae) per locatie in augustus. De tekens geven de verschillende vervuilingssklassen aan.

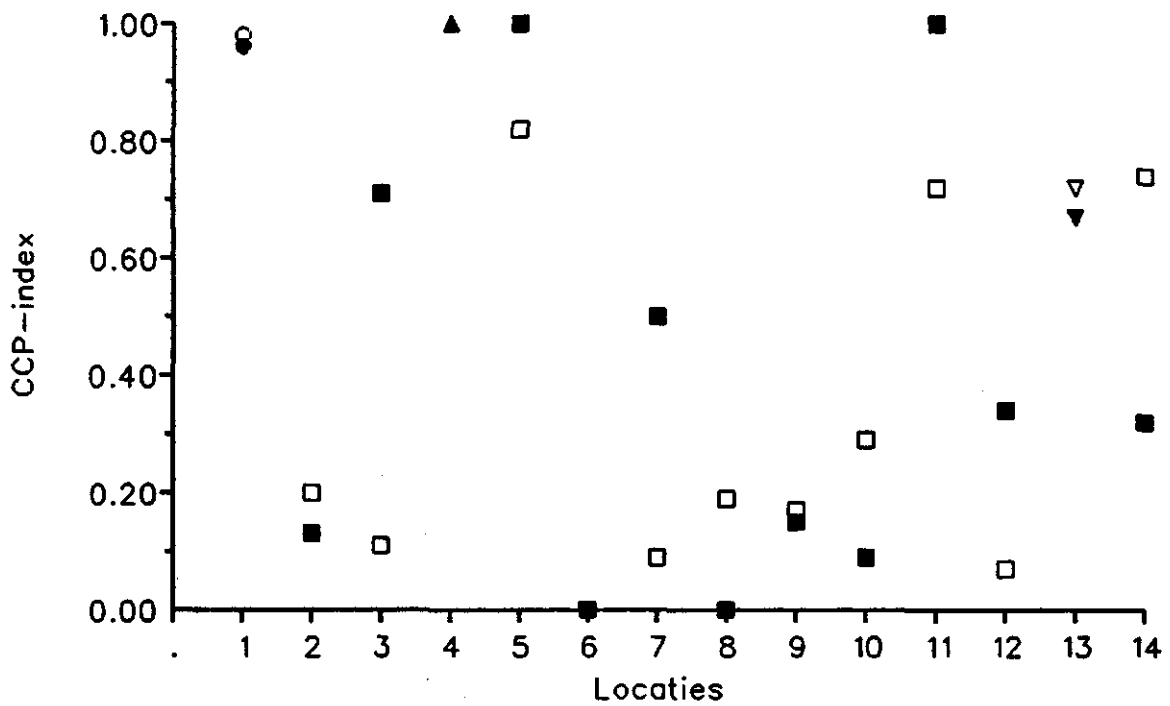
**De verhouding tussen *Procladius* sp. en *Chironomus* sp.
(cf. Warwick, 1990):**

Volgens Warwick (1990) kan de mate van vervuiling uitgedrukt worden in de *Chironomus* sp./*Procladius* sp. ratio (CP-index). De CP-index is relatief laag, indien veel *Procladius* sp. aanwezig is. Dit duidt op een hoge mate van vervuiling van het sediment. Indien de vervuiling minder wordt zal door de toename van het aantal *Chironomus* sp. deze index toenemen.

In tabel 4.2 zijn de gemiddelde dichtheden van *Chironomus* sp. en *Procladius* sp. per locatie weergegeven. Tevens zijn vermeld de ratio's van de dichtheden *Chironomus* sp. in verhouding tot de totale dichtheid van *Chironomus* sp. en *Procladius* sp. (CCP-index) per locatie weergegeven. In figuur 4.9 is de CCP-index in augustus en november nog eens grafisch per locatie weergegeven. In deze figuur zijn tevens de vervuilingsklassen per locatie weergegeven.

Tabel 4.2: De dichtheden van *Chironomus* sp. en *Procladius* sp. en de CCP-index ($\text{Chironomus sp.} / (\text{Chironomus sp.} + \text{Procladius sp.})$) per locatie in augustus en november.

maand	locatie	dichtheid <i>Chironomus</i> sp. [n/m ²]	dichtheid <i>Procladius</i> sp. [n/m ²]	Chironomus sp. Chironomus sp. + <i>Procladius</i> sp.
AUGUSTUS	1	138,0	2,8	0,98
	2	26,7	107,0	0,20
	3	42,3	352,5	0,11
	4	117,1	0	1,0
	5	53,1	11,3	0,82
	6	0	5,6	0
	7	1,4	14,1	0,09
	8	4,2	18,1	0,19
	9	2,8	14,1	0,17
	10	22,5	56,3	0,29
	11	14,1	5,6	0,72
	12	5,6	71,8	0,07
	13	66,1	25,5	0,72
	14	101,3	35,2	0,74
NOVEMBER	1	71,8	2,8	0,96
	2	14,1	96,2	0,13
	3	70,5	28,2	0,71
	4	18,3	0	1,0
	5	72,9	0	1,0
	6	0	28,2	0
	7	2,4	2,4	0,5
	8	0	14,1	0
	9	7,1	39,9	0,15
	10	2,4	25,8	0,09
	11	11,8	-	1,0
	12	1,8	3,5	0,34
	13	2,8	1,4	0,67
	14	21,2	44,6	0,32



LEGENDA		
teken	verontreinigings- klasse	maand
△	I	augustus
▽	II	
○	III	
□	IV	
▲	I	november
▼	II	
●	III	
■	IV	

Fig. 4.9: De CCP-index *Chironomus sp.*/(*Chironomus sp.* + *Procladius sp.*) per locatie in augustus en november. De tekens geven de verschillende vervuilingklassen aan.

Uit tabel 4.2 en figuur 4.9 blijkt dat in augustus de index een waarde dicht bij 1 aangeeft voor de locaties 1 en 4. De index ligt iets lager voor de locaties 5, 11, 13 en 14. De locaties 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 en 12 bezitten een zeer lage indexwaarde. In november bezitten de locaties 1, 4, 5 en 11 een hoge indexwaarde. Locaties 3, 7, 12, 13 en 14 lagere waarden en de locaties 2, 6, 8, 9 en 10 de laagste waarden. Dit stemt redelijk overeen met de mate van verontreiniging gegeven in tabel 3.3. Tevens blijkt dat deze clustering enige mate van overeenkomst vertoont met de clusters in figuren 4.3 en 4.4. Een uitzondering hierop is CCP-index van locatie 11 en de ordinatie van deze locatie in de ordinatiediagrammen. De index op locatie 11 zou een relatief schone slibbodem indiceren. Echter in de ordinatiediagrammen is deze locatie geplaatst in het cluster van de verontreinigde slappe slibbodem.

5. CONCLUSIES

5.1 Binnen de macrofaunagemeenschappen in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken zijn vijf gemeenschappen onderscheiden:

- a. Een gemeenschap gedomineerd door kleine Chironomidae in het overgangsgebied van de Rijn. De stroomsnelheid is de belangrijkste verklarende milieuvariabele voor de aanwezigheid van de organismen. Bestaat de rivierbodem voornamelijk uit geconsolideerd schoon slib, dan komt vooral de kleine muggelarf *Cryptochironomus sp.* voor. Is daarentegen het slib zeer sterk vervuild dan komt er een levensgemeenschap voor die gedomineerd wordt door de muggelarven *Chironomus sp.*, *Procladius sp.* en tubificide wormen.
- b. Een soortenarme gemeenschap van *Limnodrilus*-soorten in het sedimentatiegebied. In het oostelijk Hollandsch Diep bestaat de waterbodem uit zeer waterig en sterk vervuild slib. Zowel de slappe constitutie als de sterke vervuiling kunnen de oorzaak zijn van de lage dichtheden en het geringe aantal soorten. Van de chironomiden larven kwam alleen *Procladius sp.* voor. Van de borstelwormen kwam vooral *Limnodrilus sp.* voor.
- c. Een gemeenschap met verscheidene *Pisidium*-soorten in slibrijke sedimenten. Deze gemeenschap werd aangetroffen in de Amer en in het Haringvliet in slibrijke vervuilde sedimenten. Behalve verschillende *Pisidium* soorten kwamen de muggelarven *Chironomus plumosus*, *C. muratensis* en *Procladius sp.* en de borstelwormen *Limnodrilus sp.*, *Branchiura sowerbyi*, *Pothamothrix moldaviensis* voor.
- d. Een *Chironomus/Lipiniella arenicola*-gemeenschap op ondiepe plaatsen. In het Haringvliet komen vooral op de oude banken en platen evenwichtige levensgemeenschappen voor. Grote muggelarven zoals *Chironomus nudiventris* en *Lipiniella arenicola* leven in de stabiele zandbodems. Door het langzame sedimentatieproces ontwikkelen zich zandbodems met een dun laagje organisch materiaal en een lage vuilbelasting. Hierin kunnen deze kokerbouwende chironomiden en de erwtenmossel *Pisidium henslowanum* goed gedijen.

- e. Een *Dreissena polymorpha*-gemeenschap op zandige sedimenten. Geassocieerd met kluitjes driehoeksmosselen, werden in het westelijk Hollandsch Diep vele soorten borstelwormen (*Oligochaeta*) schelpdieren (*Mollusca*) en bloedzuigers (*Hirudinae*) in hoge dichtheden aangetroffen. De *Oligochaeta* profiteren mogelijk van de faeces en pseudo-faeces van de driehoeksmosselen, terwijl de *Hirudinae* prederen op de *Mollusca*. In het Hollandsch Diep-west en Haringvliet-oost, waar *Dreissena polymorpha* in grote dichtheden voorkomt, is blijkbaar lokaal voldoende hard substraat voor dit organisme aanwezig om zich te vestigen.
- 5.2 De geografische gradiënt van de Nieuwe Merwede en de Amer tot het westelijk Haringvliet heeft een grotere invloed op het voorkomen van soorten dan lokale verschillen in habitat.
- 5.3 Het watergehalte van het sediment is een goede parameter voor de weergave van de constitutie van het substraat. Tevens zou het substraattypen met behulp van het watergehalte bepaald kunnen worden.
- 5.4 Het organisch stofgehalte blijkt sterk gecorreleerd te zijn met de gehalten aan zware metalen en organische micro's.
- 5.5 Bij een hoge vervuilingsgraad werden vrijwel uitsluitend *Tubificidae* gevonden en waren de *Chironomidae* vrijwel totaal afwezig. Dit is in overeenstemming met het algemeen bekende gegeven dat *Tubificidae* toleranter voor vervuiling zijn dan *Chironomidae*.
- 5.6 De zeer sterke vervuiling en het hoge watergehalte van slibrijke sedimenten uit zich in de afwezigheid van soorten zoals de muggelarven *Chironomus nudiventris*, *Polypedilum* sp., de schelpdieren *Sphaerium solidum*, *Sphaerium rivicola*, de borstelwormen *Stylodrilus heringianus* en *Aulodrilus plurisetus* of in zeer lage dichtheden en biomassa's van de individuele soorten.

- 5.7 Van de vier onderzochte mogelijke biologische indices blijkt dat de CCP-index (*Chironomus sp.*/(*Chironomus sp.* + *Procladius sp.*)) de mate van vervuiling van het sediment het beste kan weergeven. Alle niet klasse IV locaties hadden in augustus én november hoge waarden, terwijl slechts twee van de elf klasse IV-locaties ook hoge waarden hadden. Daarnaast had ook de CT-index (*Chironomidae/Tubificidae*) in augustus hoge waarden voor de niet-klasse IV-locaties, deze index lijkt gevoelig voor seizoensinvloeden te zijn.
- 5.8 Bij kwaliteitsverbetering van het slibrijke sediment met een hoog organisch stofgehalte wordt verwacht dat de borstelworm *Stylodrilus heringianus* wordt waargenomen.
- 5.9 Bij verbetering van de sediment- en waterkwaliteit kunnen de volgende soorten zich weer in de Nieuwe Merwede vestigen: *Theodoxus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, *Pisidium henslowanum*, *P. nitidum*, *P. supinum*, *P. moitessierianum* en *Sphaerium solidum*.
- 5.10 Voor het maken van verspreidingskaarten van driehoeksmosselen in de zuidrand van het Noordelijk Deltabekken is een bemonsterd oppervlak van 0,572 m² per gridcel van 200 * 200 m voldoende. Het bemonsterd oppervlak voor de Unionidae zou minimaal 4,63 m² per gridcel moeten zijn. Dit is pas realiseerbaar indien duikers ingezet worden.
- 5.11 De hoogste dichtheden van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) zijn waargenomen in het Haringvliet-oost en het Hollandsch Diep-west. Waarschijnlijk zijn deze hoge dichtheden het gevolg van goede substraatcondities.
- 5.12 De standaardfout van de dichtheid bedroeg gemiddeld 20 tot 30% van het gemiddelde voor individuele soorten, die niet in te lage dichtheden voorkwamen (> 200 n/m²). Bemonsterd werd met een box-corer (oppervlakte = 0,071 m²) in zesvoud.

DANKWOORD

Graag willen we alle mensen die hebben meegewerkt aan dit project bedanken.

Milly Snoek, die het project heeft voorbereid.

De mannen van de Biezelinge, Nico Antens en Machiel van Wouwe, voor het nemen van de monsters. Vaak was het een weg zoeken aan boord tussen alle potten vol met monsters, die genomen moesten worden om de standaardafwijkingen te kunnen berekenen.

De duikers Peter van de Wegen en Eddy van de Ketterij, die 2 jaar later deze 14 monsterpunten nog eens afgingen om de monsters binnen te halen, zodat de watergehalten bepaald konden worden.

De stagiaires, zoals Frank Hosman, Henriëtte Korpershoek en Edwin de Baat. Zij hebben hun grote inzet getoond bij het spoelen, de determinaties en de vele verassingen.

REFERENTIES

- Anonymus, 1989.
Slibonderzoek. Rijkswaterstaat/RIZA, Waterloopkundig Laboratorium, Judels en Brinkman, 39 pp.
- Aston, R.J., K. Sadler, A.G.P. Miller, 1982.
The effects of temperature on the culture of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Tubificidae) on activated sludge.
Aquaculture 29, 137-145.
- Braak, C.J.F. ter, 1987.
Unimodal models to relate species to environment.
Groep Landbouwwiskunde, Wageningen, 152 pp.
- Braak, C.J.F. ter, 1991.
CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination (partial) (detrended) (canonical) Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis (version 3.1).
TNO Institute of applied computer science, Wageningen.
- Dirksen, S., 1991.
Watervogels in het zoetwatergetijdegebied Ventjagersplaten (Haringvliet) in relatie tot Chironomiden en de waterstand (in prep.).
- Dougherty, J.E., M.D. Morgan, 1991.
Benthic community response (primarily Chironomidae) to nutrient enrichment and alkalization in shallow, soft water humic lakes.
Hydrobiologia 215, 73-82.
- Dreumel, P.F. van, A. Dekker, 1990.
Bodemontwikkeling Noordelijk Deltabekken, Sedimentatie/Erosie.
Rijkswaterstaat/Directie Zuid-Holland nota APS/90-219.
- Edgar, W.D., P.S. Meadows, 1969.
Case construction, movement, spatial distribution and substrate selection in the larva of *Chironomus riparius* Meigen.
J. Exp. Biol. 50, 247-253.
- Fortuin, A.W., 1985.
Dichtheden en biomassa van de belangrijkste bodemdieren van het Hollandsch Diep en Haringvliet in 1983.
DIHO Yerseke, rapport nr 1985-2.
- Gauch, H.G., 1982.
Multivariate analysis in community ecology.
Cambridge University Press, 298 pp.
- Hanson, J.M., W.C. Leggett, 1986.
Effect of competition between two freshwater fishes on prey consumption and abundance. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 43, 1363-1372.
- Howmiller, R.P., A.M. Beeton, 1970.
The oligochaete fauna of Green Bay, Lake Michigan.
Proc. 13th Conf. Great Lakes Res., 15-46.
- Johnson, M.G., O.C. McNeil, S.E. George, 1987.
Benthic macroinvertebrate associations in relation to environmental factors in Georgian Bay. *J. Great. Lakes Res.* 13(3), 310-327.
- Jónasson, P.M., F. Thorhauge, 1976.
Population dynamics of *Potamothenis hammoniensis* in the profundal of Lake Esrom with special reference to environmental and competitive factors. *Oikos* 27, 193-203.

REFERENTIES (vervolg)

- Jong, S.A., P.A.G. Hofman, A.J.J. Sandee, 1988.
Gradiënten van fysisch-chemische en biologische parameters in de Rijnbodern. Mikrobiologische karakterisering van de onderwaterbodern in het Haringvliet, Hollandsch Diep, Nieuwe Merwede en Waal. DIHO Yerseke, 1988.
- Jongman, R.H., C.F.J. ter Braak, O.F.R. van Tongeren, 1987.
Data analysis in landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Keilty, T.J., D.S. White, P.F. Landrum, 1988.
Sublethal responses to endrin in sediment by *Limnodilus hoffmeisteri* (Tubificidae) and in mixed-culture with *Stylodrilus heringianus* (Lumbriculidae). *Aquatic Toxicology* 13, 227-250.
- Kerkum, F.C.M., 1991.
Sedimentkarakterisering: Het watergehalte als maat voor een indeling van waterboderntypen. Rijkswaterstaat/RIZA werkdocument nr 91.184X.
- Klink, A.G., H.K.M. Moller Pillot, 1982.
Onderzoek aan de macro-invertebraten in de grote Nederlandse rivieren. Hydrobiologisch Adviesbureau A.G. Klink, Wageningen.
- Klink, A.G., H.C. Dudok van Heel, 1992.
Kwalitatieve en kwantitatieve analyse van de macro-evertebraten op de bodern van het Hollandsch Diep-Haringvliet (in prep.).
- Kuiper, J.G.J., W.J. Wolff, 1970.
The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area. III. The genus *Pisidium*. *Basteria* 34(1-2), 1-42.
- Lafont, M., M. Coste, J.G. Wasson, B. Faessel, 1988.
Comparison de quatre indices Biologiques pour apprecier l'impact de la pollution dans des cours d'eau Français. *Naturaliste Can.* 115, 77-87.
- Lang, C., B. Lang-Dobler, 1979a.
MELIMEX an experimental heavy metal pollution study: Oligochaetes and chironomid larvae in heavy metal loaded and control limnocorrals. *Schweiz. Z. Hydrol.* 41, 271-276.
- Lang, C., B. Lang-Dobler, 1979b.
The chemical environment of tubificid and lumbriculid worms according to the pollution level of the sediment. *Hydrobiologia* 65, 273-282.
- Leuven, R.S.E.W., T.C.M. Brock, H.A.M. van Druten, 1985.
Effects of preservation on dry- and ash-free dry weight biomass of some common aquatic macro-invertebrates. *Hydrobiologia* 127, 151-159.
- Lindegaard, C., P.C. Dall, 1988.
Abundance and distribution of Oligochaeta in the exposed littoral zone of Lake Esrom, Denmark. *Arch. Hydrobiol.* 81, 533-562.
- Ludikhuizen, D., E.F.W. Ruygh, 1989.
Waterkwaliteitsonderzoek van het Noordelijk Deltabekken. Slibtransport Hollandsch Diep/Haringvliet. Waterloopkundig Laboratorium T 262.
- Mackie, G.L., 1989.
Tolerances of five benthic invertebrates to hydrogen ions and metals (Cd, Pb, Al). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 18, 215-223.

REFERENTIES (vervolg)

- McLachlan, A.J., M.A. Cantrell, 1978.
Sediment development and its influence on the distribution and tube structure of *Chironomus plumosus* L. (Chironomidae, Diptera) in a new impoundment. *Freshwater Biology* 6, 437-443.
- Mol, A.W.M., 1984.
Limnofauna Neerlandica, Een lijst van meercellige ongewervelde dieren aangetroffen in binnenwateren van Nederland. Nieuwsbrief European Survey - Nederland, nummer 15, Leiden.
- Moldovan, J., 1987.
Description of a multispecies *Chironomus* community (Diptera: Chironomidae) at an experimental sewage-treatment plant.
Ent. Scand. Suppl. 29, 381-386.
- Moller Pillot, H.K.M., R.F.M. Buskens, 1990.
De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera), Deel C: Autoecologie en verspreiding. Nederlandse Faunistische Mededelingen. Stichting European Invertebrate Survey-Nederland, Natuur Historisch Museum, Leiden.
- Neumann, D., 1961.
Ernährungsbiologie einer rhipidoglossen Kiemenschnecke.
Hydrobiologia 17, 133-151.
- Reynoldson, T.B., 1987.
Interactions between sediment contaminants and benthic organisms.
Hydrobiologia 149, 53-66.
- Reynoldson, T.B., 1990.
Distribution patterns of oligochaetes in the English Lake district.
Arch. Hydrol. 118(3), 303-339.
- Rijkswaterstaat/Directie Zuid-Holland, 1991.
Integraal beleidsplan Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch (in voorbereiding).
- Robbins, J.A., T. Keilty, D.S. White, D.N. Edgington, 1989.
Relationships among tubificid abundance, sediment composition and accumulation rates in Lake Erie.
Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46, 223-231.
- Schleuter, A., T. Tittizer, 1988.
Die Makroinvertebratenbesiedlung des Mains in Abhängigkeit von der Gewässertiefe und der Korngröße des Substrates.
Arch. Hydrol. 113(1), 133-151.
- Sephton, T.W., 1987.
Some observations on the food of larvae of *Procladius bellus* (Diptera: Chironomidae). *Aquatic Insects* 9, 195-202.
- Smit, H., W. Snoek, 1989.
Makrofauna in de oeverzone van het Noordelijk Deltabekken.
Rijkswaterstaat/RIZA nota 89.012.
- Smit, H., P. Klaren, W. Snoek, 1991.
Lipiniella arenicola Shilova (Diptera: Chironomidae) on a sandy flat in the Rhine-Meuse estuary: distribution, population structure, biomass and production of larvae in relation to periodical drainage.
Verh. Internat. Verein. Limnol. 24, 2918-2923.

REFERENTIES (vervolg)

- Smit, H., H.C. Dudok van Heel, S.M. Wiersma, 1992.
Biovolume as a tool for biomass determination of Oligochaeta and Chironomidae (in prep.).
- Snoek, M., 1990.
Chironomidae op de Ventjagersplaten (Haringvliet); soortsaamenstelling, dichtheden, levenscycli en respons op een hoogtegradiënt. Rijkswaterstaat/RIZA werkdokument 89.126X.
- Urk, G. van, F.C.M. Kerkum, H. Smit, 1991.
Life cycle patterns, density and deformity incidence in Chironomus larvae (Diptera: Chironomidae) in relation to a toxic pollution gradient. In J.A.W. de Wit, M.A. van der Gaag, C. van der Guchte, C.J. van Leeuwen, J. Koeman [eds], The effect of micropollutants on components of the Rhine ecosystem. Publications and reports of the of the project 'Ecological Rehabilitation of the River Rhine' 35-1991, 25-38.
- Verdonschot, P.F.M., 1981.
Some notes on the ecology of aquatic oligochaetes in the Delta region of the Netherlands. *Arch. Hydrobiol.* 92(1), 53-70.
- Verwaart, J.W.A., 1989.
De verontreinigde waterbodem in het Hollandsch Diep en Haringvliet: problematiek, effecten en ontwikkelingen. *H2O* 22(2), 59-63.
- Warwick, W.F., 1990.
Morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae from the lac St. Louis and Laprairie basins of the St. Lawrence River. *J. Great Lakes Res.* 16(2), 185-208.
- Warwick, W.F., 1991.
Indexing deformities in ligulae and antennae of *Procladius* larvae (Diptera: Chironomidae): application to contaminant-stressed environments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(7), 1151-1166.
- Winkel, E.H. ten & C. Davids, 1987.
Population dynamic aspects of chironomid larvae of the littoral zone of lake Maarsseveen I. *Hydrobiological Bulletin* 21(1), 81-94.
- Wolff, W.J., 1970.
The Mollusca of the estuarine region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area, IV. The genus *Sphaerium*. *Basteria* 34(3-4), 75-90.
- Wolff, W.J., 1973.
The estuary as an habitat. An analysis of data on the softbottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. *Zoologische Verhandelingen* 16, Leiden.
- Young, J.O., R.M. Procter, 1986.
Are the lake-dwelling leeches *Glossiphonia complanata* (L.) and *Helobdella stagnalis* (L.), opportunistic predators on molluscs and do they partition this food resource? *Freshwater Biology* 16, 561-566.

Determinatieliteratuur

- Borghouts-Biersteker, C.H., 1983.
Aasgarnalen (Mysidacea). Tabellenserie van de strandwerkgroep, nummer 25. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Brinkhurst, R.O., 1971.
A guide for identification of British Aquatic Oligochaeta, number 22. Freshwater Biological Association.
- Brinkhurst, R.O., B.G.M. Jamieson, 1971.
Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver & Boyd, Edingburgh.
- Dresscher, Th. G.N., L.W.G. Higler, 1982.
De Nederlandse bloedzuigers Hirudinea, nummer 154. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.
- Gledhill, T., D.W. Sutcliffe, W.D. Williams, 1976.
Key to British freshwater Crustacea: Malacostraca, number 32. Freshwater Biological Association.
- Higler, L.W.G., 1981.
Determinatie-tabel voor het bepalen van familie, geslacht en soms zelfs de soort der Europese in het water levende Trichoptera-larven. Landbouw Universiteit, Vakgroep Natuurbeheer, Wageningen.
- Klink, A., 1981.
Determinatietabel voor de poppen en de larven der Nederlandse Tanytarsini. Deel 1: Tabellen tot geslacht. Landbouwhogeschool Wageningen, Vakgroep Natuurbeheer.
- Macan, T.T., 1979.
A key to the nymphs of the British species of Ephemeroptera with notes on their ecology, number 20. Freshwater Biological Association.
- Moller Pillot, H.K.M., 1984.
De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera). Deel 1A: Inleiding, Tanypodinae & Chironomini en deel 1B: Orthocladiinae sensu lato. Nederlandse Faunistische Mededelingen. Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.
- Sperber, C., 1980.
A guide for the determination of European Naididae. Zool. Bidrag Från Uppsala 29, 45-81.
- Webb, C.J., A. Scholl, 1985.
Identification of larvae of European species of *Chironomus* Meigen (Diptera: Chironomidae) by morphological characters. Systematic Entomology 10, 353-385.

BIJLAGEN

I t/m VI

BODY SHAPE - BIOVOLUME RELATION

(uit Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992)

Since the shape of oligochaetes and chironomids was assumed to be cylindrical, the biovolume V_C was calculated with the formula:

$$V_C = (\pi/4) * L * D^2 \quad [1]$$

in which L = the body length and
 D = the mean body diameter.

Both the total body length and the mean diameter of undamaged specimens of oligochaetes were determined. Total body length L was determined by drawing the contours of each worm with a an overhead projector on a sheath of paper. Body length was measured three times with a wheeled map measurer to the nearest 1 mm, of which the average value L was used in further calculations. The mean diameter D was determined as the average of the diameters of the segments 6, 20, 30 and every other tenth segment, which were measured with an eye-piece micro-meter to the nearest 0.01 mm. The diameter of the 11th segment D_{11} was also measured and next related to the biovolume by the power function:

$$V_C = a * D_{11}^b \quad [2]$$

in which a and b are constants.

Chironomid biovolume was related to body length by substituting the diameter D into body length L .

Assuming a constant length:diameter ratio for chironomids, D was related to L by the linear function:

$$D = a * L + b \quad [3]$$

in which a and b are constants.

The length and mean lateral diameter of a selection of chironomid larvae were measured. Larval length was measured as the distance between the labral tip and the centre of the posterior parapodal base to the nearest 0.5 mm for all larvae smaller than 5 mm and to the nearest 1 mm for all taller larvae. The mean lateral diameter was estimated by measuring the lateral diameter of abdominal segment 5. In a preliminary research the lateral diameters of all thoracal and abdominal segments of 59 individuals of different species (*Einfeldia dissidens*, *Stictochironomus* sp., *Cryptochironomus* sp. Kieffer and *Chironomus acutiventris*) were measured from which the mean lateral diameter was calculated. The ratio of the diameter of each segment to the mean diameter was related to the segment number.

biovolumebepalingen

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage I.1

Chironomus muratensis

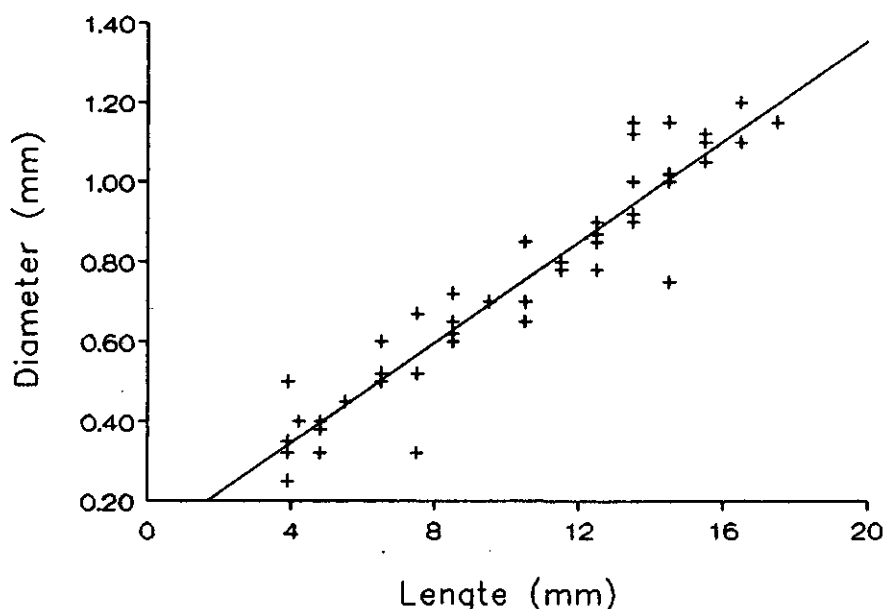


Figure I: The relation between the mean diameter (D in mm) of *Ch. muratensis* and the length (L in mm) fitted with a linear function.
Relation: $D = 0,0634L + 0,0963$, $n = 54$, $R^2 = 0,90$.

Table I: The constants a and b of the linear regression equations between mean diameter D (in mm) and the length ($D = a * L + b$) (in mm) of chironomid larvae from Ventjagersflat (Haringvliet) populations in March - July 1988; n = number of larvae; R^2 = percentage of variance explained by regression equation.

Species	a	b	n	R^2	Valid length range [mm]
<i>Chironomus acutiventris</i>	0,0755	0,0429	55	0,92	3,0 - 16,0
<i>Chironomus muratensis</i>	0,0634	0,0963	54	0,90	3,0 - 21,0
<i>Chironomus nudiventris</i>	0,0714	0,0635	55	0,94	2,0 - 19,0
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	0,0650	0,0963	65	0,85	1,5 - 6,0
<i>Cryptochironomus</i> sp.	0,0875	-0,0464	32	0,96	4,5 - 17,0
<i>Einfeldia dissidens</i>	0,0673	0,0236	51	0,90	2,5 - 12,0
<i>Harnischia</i> sp.	0,0860	0,0428	10	0,96	2,0 - 7,5
<i>Lipiniella arenicola</i>	0,0835	0,0673	45	0,92	3,5 - 15,0
<i>Procladius</i> sp.	0,0911	0,0668	42	0,67	3,0 - 8,0
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,0720	-0,0318	49	0,94	3,0 - 13,0
Chironomidae larvae	0,0688	0,0883	458	0,94	1,5 - 19,0

biovolumebepalingen

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage I.2

Limnodrilus claparedeanus

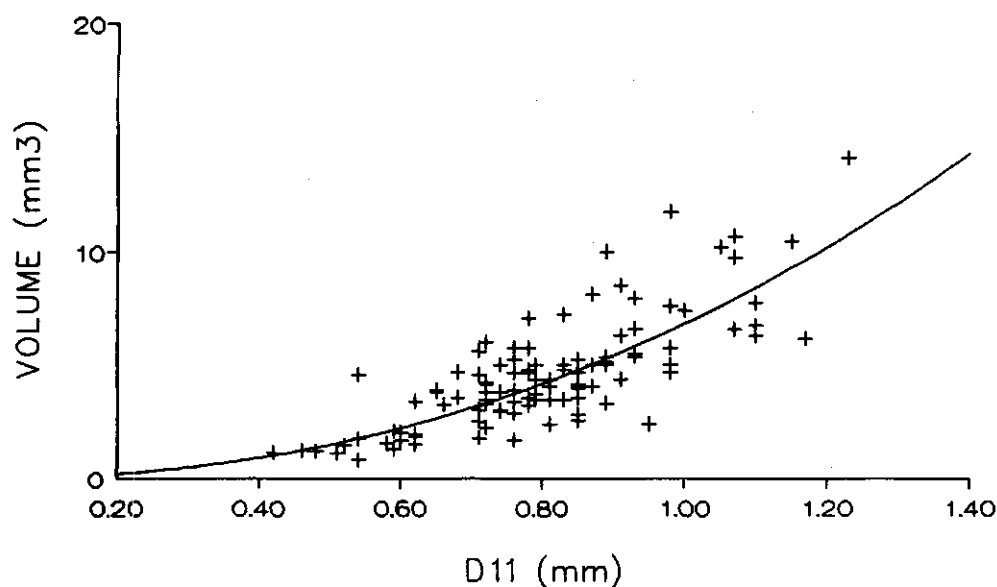


Figure I: The relation between the biovolume (volume in mm³) of *L. claparedeanus* and the diameter of segment 11 (D_{11} in mm) fitted with $V = 6,81D_{11}^{2,18}$, $n = 110$, $R^2 = 0,65$.

Table I: The constants a and b of the regression equations between biovolume V and D_{11} of tubificid Oligochaeta in the lower Rhine-Meuse populations in August - November 1988. n = number of organisms; R^2 = percentage of variance explained by regression equation.

Species	a	b	n	R^2
<i>Branchiura sowerbyi</i>	17,10	3,30	46	0,97
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	8,53	2,85	118	0,91
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	6,81	2,18	110	0,65
<i>Limnodrilus profundicola</i>	13,72	3,20	4	0,81
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	21,38	2,78	5	0,93
<i>Potamothrix moldaviensis</i>	4,52	1,24	49	0,32
<i>Psammoryctides barbatus</i>	11,62	3,22	5	0,93
<i>Peloscolex multisetosus</i>	1,96	2,24	42	0,92
Tubificidae met haren	8,58	3,07	11	0,90
Tubificidae zonder haren (<i>L. hoff</i> + <i>L. clap</i>)	7,78	2,68	228	0,87

biovolumebepalingen

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage I.3

BIOVOLUME - BIOMASS CONVERSION

(uit Smit, Dudok van Heel & Wiersma, 1992)

To enable the conversion of biovolumina to wet weight (WW), dry weight (DW) and ash-free dry weight (AFDW), specific gravities (SG), DW:WW and AFDW:WW ratios were determined. Chironomid larvae (*Chironomus muratensis*) and worms (*Branchiura sowerbyi*) were collected in the Haringvliet in November 1990. It was assumed that biovolume - biomass conversion ratios of *C. muratensis* and *Branchiura sowerbyi* represent well the ratios of the other chironomid and oligochaete species. Each samples consisted of 30 live chironomid larvae or 20 live worms. After all it was possible to have 5 replicate samples with 30 chironomid larvae and 5 replicate samples with 20 worms.

For the measurement of biovolumina (V_m) each sample was put in a 5 ml burette, which was partly filled with water. Biovolume was measured to the nearest 0.01 ml as the displacement of water. A pycnometer (5.477 ml) was filled with water and weighed (G_{glass}) at a constant temperature of 20°C. Next, each sample of living organisms was put in the pycnometer and also weighed (G_{total}).

The specific gravity (SG) was calculated with the formula:

$$SG = (G_{total} - G_{glass} + G_m) / V_m \quad [4]$$

G_m = the weight loss of water out of the pycnometer;

G_m is equal to $SG_{water} \cdot V_m$;

$SG_{water} = 0.998$.

Next, the samples were dried for 24 h at 70°C. After cooling to room temperature in a desiccator, the samples were weighed on a microbalans (Mettler AE 200) to a precision of 0.1 mg. Afterwards, the samples were combusted for 3 h at 520°C and reweighed. AFDW was derived by subtracting the ash weight from the dry weight.

Table I: Dry weight : Wet weight (DW:WW),
Ash-free dry weight : Wet weight (AFDW:WW) and
Ash-free dry weight : Dry weight (AFDW:DW) ratios and
specific gravity (SG) of Oligochaeta (*Branchiura sowerbyi*)
and Chironomidae (*Chironomus muratensis*) from the Haringvliet
(November, 1990). Mean $\pm$ SE, n = 5.

		CHIRONOMIDAE	OLIGOCHAETA
Dry weight / Wet weight	[%]	14.2 $\pm$ 0.5	20.0 $\pm$ 0.4
Ash-free dry weight / Wet weight	[%]	12.9 $\pm$ 0.5	18.2 $\pm$ 0.6
Ash-free dry weight / Dry weight	[%]	90.0 $\pm$ 0.0	90.0 $\pm$ 0.0
Specific gravity	[g/ml]	1.05 $\pm$ 0.00	1.07 $\pm$ 0.00

biovolumebepalingen

rijkswaterstaat

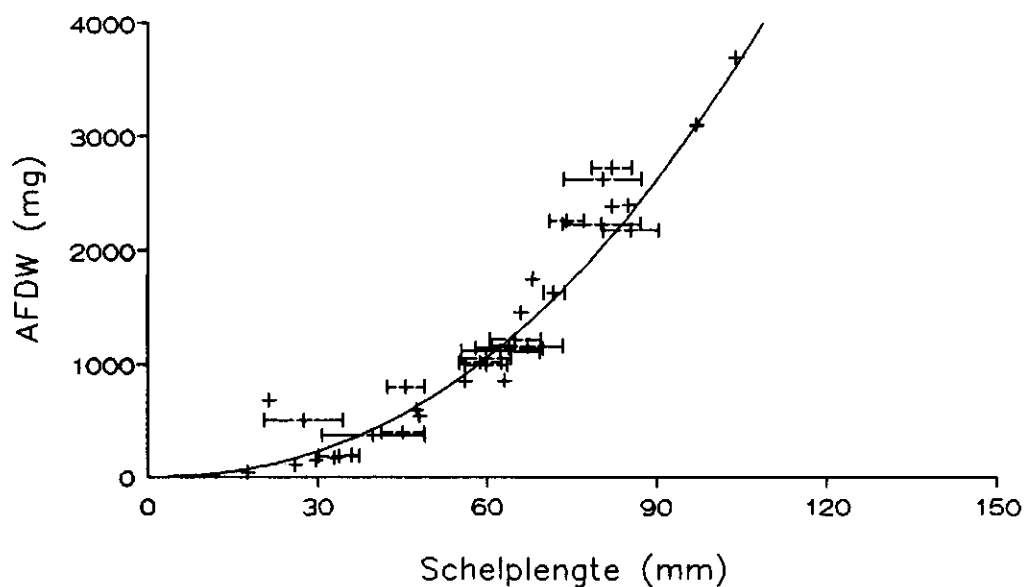
riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage I.4

Unio pictorum
1988 + 1990



Figuur I: De relatie tussen het asvrijdrooggewicht (AFDW in mg) en de schelpenlengte (in mm) van *Unio pictorum*.
Relatie: $AFDW = 0,011L^{2,780}$, $n = 34$, $R^2 = 0,96$.

Tabel I: De constanten a en b van de regressievergelijking tussen het asvrijdrooggewicht AFDW (in mg) en de schelpenlengte (in mm) van Mollusca in de zuidrand van het Deltagebied in augustus 1988 en december 1990.
 n = aantal individuen; R^2 = percentage verklaarde variantie.

soort	a	b	n	R^2
Valvata piscinalis	0,544	2,686	17	0,98
Sphaeriidae	0,390	2,217	26	0,95
Hydrobiidae	0,276	2,287	14	0,99
Dreissena polymorpha	0,00596	2,83338	403	0,98
Unio pictorum	0,011	2,780	34	0,98
Anodonta anatina	0,00305	3,037	22	0,97

biovolumebepalingen

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage I.5

code	parameter	eenheid	locatie						
			1	2	3	4	5	6	7
EOCL	EOCL	mg/kgds	< 0,1	0,69	3,0	< 0,1	1,2	3,4	4,2
HXCLBUTA	hexachloorbutadien	µg/kgds	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
PNCLBENZ	pentachloorbenzeen	µg/kgds	< 5	< 5	52	< 5	13	10	12
TRCLBENZ	trichloorbenzeen	mg/kgds	< 0,01	0,06	0,15	< 0,01	0,14	0,11	0,17
OLIE	olie (IR)	mg/kgds	< 10	95	250	< 10	18	1000	180
OS	organische stof	gew. %	< 0,5	1,7	6,0	< 0,5	2,1	7,4	6,2
PH	pH (KCl)	-	8,1	7,6	7,3	8,0	7,4	6,9	6,9
CALC	calciet	gew. %	4,6	4,0	5,0	4,3	13,0	< 0,5	10,9
DS	droge stof	gew. %	77	64	34	75	67	30	40
AS	arsen	mg/kgds	1,1	2,8	4,6	< 1	< 1	< 1	< 1
HG	kwik	mg/kgds	< 0,1	0,86	2,1	< 0,1	1,0	1,91	1,3
CD	cadmium	mg/kgds	0,55	2,5	9,4	< 0,5	2,9	9,8	3,4
CR	chrom	mg/kgds	5,3	41	120	6,0	34	95	76
CU	koper	mg/kgds	2,7	23	95	2,6	24	110	78
NI	nikkel	mg/kgds	3,7	10	35	2,9	7,8	36	29
PB	lood	mg/kgds	13	50	160	10	39	160	120
ZN	zink	mg/kgds	57	220	750	51	210	830	500
D2	deeltjes < 2 µm	gew. %	16,2	8,6	46,5	8,3	6,2	4,0	2,7
D16	deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	6,5	4,9	32,3	5,1	21,4	93,4	83,2
D63	deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	3,7	2,9	16,8	5,0	11,8	1,3	4,0
D210	deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	3,6	0,5	3,1	29,9	20,6	0,9	0,3
DGR210	deeltjes > 210 µm	gew. %	70,0	83,1	1,3	51,7	40,0	< 0,5	9,8
αHCH	α-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
βHCH	β-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
γHCH	γ-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	0,002	0,002	< 0,001
HCB	HCB	mg/kgds	< 0,001	0,004	0,011	< 0,001	0,018	0,014	0,020
HPCL	heptachloor	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ALDRIN	aldrin	mg/kgds	< 0,01	0,01	0,05	< 0,01	0,03	0,07	0,06
TELODRIN	telodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ISODRIN	isodrin	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HPCLEPOX	heptachloorepoxide	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDETOT	DDE (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	< 0,01
DIELDRIN	dieldrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ENDRIN	endrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03	0,02
DDDTOT	DDD (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDTTOT	DDT (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01
αENDSULF	α-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
βENDSULF	β-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB28	PCB no 28	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,06	< 0,01	0,05	0,03	0,03
PCB52	PCB no 52	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,02	0,01	0,02
PCB101	PCB no 101	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	0,02	< 0,01	0,03	0,02	0,03
PCB138	PCB no 138	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,08	< 0,01	0,04	0,11	0,11
PCB153	PCB no 153	mg/kgds	0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	0,03	0,07	0,06
PCB180	PCB no 180	mg/kgds	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	0,02	0,06	0,04
PCB118	PCB no 118	mg/kgds	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,04
NATALE	naftaleen	mg/kgds	< 0,10	0,11	0,33	< 0,10	0,15	0,39	0,48
ACNATYLE	acenaftyleen	mg/kgds	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ACNATHEE	acenaftheen	mg/kgds	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
FLUOREEN	fluoreen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05	0,14	< 0,05	< 0,05	0,28	0,29
FENANT	fenanthreen	mg/kgds	< 0,05	0,13	0,47	< 0,05	0,36	0,61	0,99
ANTHRA	anthraceen	mg/kgds	< 0,05	0,08	0,20	< 0,05	0,23	0,31	0,40
FLANTH	fluorantheen	mg/kgds	< 0,05	0,25	0,96	< 0,05	0,79	1,0	1,7
PYREEN	pyreen	mg/kgds	< 0,05	0,19	0,73	< 0,05	0,57	0,94	1,2
BAANTHR	benzo(a)anthraceen	mg/kgds	< 0,05	0,14	0,53	< 0,05	0,43	0,65	0,98
CHRYSEEN	chryseen	mg/kgds	< 0,05	0,12	0,51	< 0,05	0,36	0,61	0,92
BBFLANTH	benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,08	0,22	0,82	< 0,05	0,45	0,93	1,2
BKFLANTH	benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	< 0,05	0,09	0,35	< 0,05	0,19	0,39	0,52
BAPYREEN	benzo(a)pyreen	mg/kgds	0,07	0,16	0,62	< 0,05	0,35	0,69	1,0
DBAHANTH	dibenz(ah)anthraceen	mg/kgds	0,09	0,11	0,30	< 0,05	0,28	0,60	0,60
BGPERY	benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	0,10	0,13	0,46	< 0,05	0,26	0,57	0,73
IPYREEN	indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	0,08	0,13	0,40	< 0,05	0,30	0,75	0,85
PAKTOT	totaal-PAK's	mg/kgds	0,42	1,9	6,8	-	4,7	8,7	12

chemische analyses in april 1989
(locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage II.1

code	parameter	eenheid	locatie						
			8	9	10	11	12	13	14
EOCL	EOCL	mg/kgds	4,3	2,9	3,6	2,0	1,6	0,41	22
HXCLBUTA	hexachloorbutadieen	µg/kgds	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 25
PNCLBENZ	pentachloorbenzeen	µg/kgds	10	12	5	< 5	< 5	< 5	47
TRCLBENZ	trichloorbenzeen	mg/kgds	0,18	0,16	0,19	0,08	0,08	0,02	0,49
OLIE	olie (IR)	mg/kgds	1600	1600	3100	750	720	51	4600
OS	organische stof	gew. %	7,9	8,5	8,1	5,7	4,2	9,4	19
PH	pH (KCl)	-	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1
CALC	calciet	gew. %	13,8	10,1	11,3	7,0	5,8	0,5	9,9
DS	droge stof	gew. %	34	30	43	46	53	41	30
AS	arseen	mg/kgds	< 1	< 1	2,9	< 1	< 1	< 1	18
MG	kwik	mg/kgds	1,9	2,0	3,6	1,0	0,74	0,22	33
CD	cadmium	mg/kgds	13	12	26	11	8,7	0,69	59
CR	chrom	mg/kgds	99	100	120	57	40	22	870
CU	koper	mg/kgds	110	110	130	79	55	21	570
NI	nikkel	mg/kgds	37	37	40	25	20	20	80
PB	lood	mg/kgds	190	190	310	140	110	23	640
ZN	zink	mg/kgds	930	940	1700	780	550	120	2300
D2	deeltjes < 2 µm	gew. %	2,0	3,9	2,9	1,6	1,8	4,8	3,3
D16	deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	83,2	84,1	71,3	66,6	44,5	58,9	85,0
D63	deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	12,6	10,3	19,4	15,6	17,1	3,1	1,6
D210	deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	1,8	1,3	2,4	6,8	3,9	0,7	0,4
DGR210	deeltjes > 210 µm	gew. %	< 0,5	< 0,5	4,0	9,4	32,5	32,5	9,7
αHCH	α-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,005
βHCH	β-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,005
γHCH	γ-HCH	mg/kgds	0,002	0,002	0,002	0,001	< 0,001	< 0,001	0,026
HCB	HCB	mg/kgds	0,019	0,017	0,039	0,006	0,002	0,004	0,070
HPCL	heptachloor	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ALDRIN	aldrin	mg/kgds	< 0,01	0,06	0,05	< 0,01	< 0,01	0,02	0,08
TELODRIN	telodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ISODRIN	isodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
HPCLEPOX	heptachloorepoxide	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDETOT	DDE (totaal)	mg/kgds	0,02	0,01	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01	0,11
DIELDRIN	dieldrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ENDRIN	endrin	mg/kgds	0,06	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDDTOT	DDD (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDTTOT	DDT (totaal)	mg/kgds	0,01	0,01	0,04	0,03	< 0,01	< 0,01	0,12
αENDSULF	α-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
βENDSULF	β-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
PCB28	PCB no 28	mg/kgds	0,02	0,02	0,06	0,01	< 0,01	< 0,01	0,86
PCB52	PCB no 52	mg/kgds	0,01	0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,07
PCB101	PCB no 101	mg/kgds	0,03	0,02	0,07	0,02	0,01	< 0,01	0,20
PCB138	PCB no 138	mg/kgds	< 0,01	0,11	0,14	0,09	0,06	< 0,01	0,62
PCB153	PCB no 153	mg/kgds	0,08	0,07	0,09	0,07	0,05	< 0,01	0,28
PCB180	PCB no 180	mg/kgds	0,07	0,06	0,08	0,06	0,04	< 0,01	0,21
PCB118	PCB no 118	mg/kgds	0,03	0,02	0,06	0,02	< 0,01	< 0,01	0,14
NATALE	naftaleen	mg/kgds	0,59	0,58	0,71	0,38	0,40	< 0,10	3,5
ACNATYLE	acenaftyleen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,10	0,27
ACNATHEE	acenaftheen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,10	0,91
FLUOREEN	fluoreen	mg/kgds	0,26	0,27	0,34	0,22	0,14	< 0,05	1,7
FENANT	fenanthreen	mg/kgds	0,78	0,84	0,99	0,69	0,53	0,08	3,7
ANTHRA	anthraceen	mg/kgds	0,32	0,36	0,33	0,23	0,16	< 0,05	3,5
FLANTH	fluorantheen	mg/kgds	1,6	1,7	2,2	1,4	1,1	0,13	6,5
PYREEN	pyreen	mg/kgds	1,3	1,3	1,7	1,1	0,78	0,11	4,3
BAANTHR	benzo(a)anthraceen	mg/kgds	0,85	0,93	1,1	0,76	0,58	0,06	2,5
CHRYSEEN	chryseen	mg/kgds	0,81	0,87	1,0	0,69	0,54	0,05	2,3
BBFLANTH	benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	1,2	1,4	1,6	1,1	0,86	< 0,30	2,7
BKFLANTH	benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	0,50	0,56	0,66	0,43	0,36	< 0,05	1,0
BAPYREEN	benzo(a)pyreen	mg/kgds	0,91	0,99	1,2	0,82	0,72	0,08	1,8
DBAHANTH	dibenz(ah)anthraceen	mg/kgds	0,72	0,84	0,87	0,66	0,41	0,08	0,96
BGPERY	benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	0,88	0,78	0,92	0,58	0,49	< 0,05	1,4
IPYREEN	indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	0,90	1,0	1,4	0,82	0,62	< 0,05	1,9
PAKTOT	totaal-PAK's	mg/kgds	12	12	15	9,9	7,7	0,59	39

chemische analyses in april 1989
(locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage II.2

code	parameter	eenheid	locatie						
			1	2	3	4	5	6	7
EOCL	EOCL	mg/kgds	< 0,1	3,45	5,0	< 0,1	5,71	4,59	6,77
HXCLBUTA	hexachloorbutadien	µg/kgds	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
PNCLBENZ	pentachloorbenzeen	µg/kgds	< 5	< 5	86,67	< 5	61,9	13,51	19,35
TRCLBENZ	trichloorbenzeen	mg/kgds	< 0,01	0,06	0,15	< 0,01	0,14	0,11	0,17
OLIE	olie (IR)	mg/kgds	< 10	475	416,67	< 10	85,71	1351,35	290,32
OS	organische stof	gew. %	< 0,5	1,7	6,0	< 0,5	2,1	7,4	6,2
PH	pH (KCl)	-	8,1	7,6	7,3	8,0	7,4	6,9	6,9
CALC	calciet	gew. %	4,6	4,0	5,0	4,3	13,0	< 0,5	10,9
DS	droge stof	gew. %	77	64	34	75	67	30	40
AS	arsen	mg/kgds	1,47	4,25	3,71	< 1	< 1	< 1	< 1
HG	kwik	mg/kgds	< 0,1	1,12	1,72	< 0,1	1,34	2,55	1,79
CD	cadmium	mg/kgds	< 0,82	3,96	8,67	< 0,5	4,67	13,19	4,86
CR	chrom	mg/kgds	6,43	61,01	83,92	9,01	54,49	163,79	137,18
CU	koper	mg/kgds	3,88	39,09	73,55	4,62	43,24	181,32	138,05
NI	nikkel	mg/kgds	4,94	18,82	21,68	5,55	16,85	90	79,92
PB	lood	mg/kgds	16,57	70,48	132,68	14,46	56,86	221,5	173,17
ZN	zink	mg/kgds	80,32	393,11	528,97	94,38	409,76	1589,6	1038,58
D2	deeltjes < 2 µm	gew. %	16,2	8,6	46,5	8,3	6,2	4,0	2,7
D16	deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	6,5	4,9	32,3	5,1	21,4	93,4	83,2
D63	deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	3,7	2,9	16,8	5,0	11,8	1,3	4,0
D210	deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	3,6	0,5	3,1	29,9	20,6	0,9	0,3
DGR210	deeltjes > 210 µm	gew. %	70,0	83,1	1,3	51,7	40,0	< 0,5	9,8
αHCH	α-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
βHCH	β-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
γHCH	γ-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	0,003	< 0,001	0,010	0,003	< 0,001
HCB	HCB	mg/kgds	< 0,001	0,02	0,018	< 0,001	0,086	0,019	0,032
HPCL	heptachloor	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ALDRIN	aldrin	mg/kgds	< 0,01	0,05	0,83	< 0,01	0,14	0,09	0,10
TELODRIN	telodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ISODRIN	isodrin	mg/kgds	< 0,01	0,02	0,07	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HPCLEPOX	heptachloorepoxide	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDETOT	DDE (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	0,03	< 0,01
DIELDRIN	dieldrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
ENDRIN	endrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	0,03
DDDTOT	DDD (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DDTTOT	DDT (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,19	< 0,01	< 0,01
αENDSULF	α-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
βENDSULF	β-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB28	PCB no 28	mg/kgds	< 0,01	0,10	0,10	< 0,01	0,24	0,04	0,05
PCB52	PCB no 52	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	0,10	0,01	0,03
PCB101	PCB no 101	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	0,14	0,03	0,05
PCB138	PCB no 138	mg/kgds	< 0,01	0,10	0,13	< 0,01	0,19	0,15	0,18
PCB153	PCB no 153	mg/kgds	0,05	0,25	< 0,01	< 0,01	0,14	0,09	0,10
PCB180	PCB no 180	mg/kgds	< 0,01	0,20	< 0,01	< 0,01	0,10	0,08	0,06
PCB118	PCB no 118	mg/kgds	< 0,01	?	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,04
NATALE	naftaleen	mg/kgds	< 0,10	0,55	0,55	< 0,10	0,71	0,53	0,77
ACNATYLE	acenaftyleen	mg/kgds	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ACNATHEE	acenaftheen	mg/kgds	< 0,10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
FLUOREEN	fluoreen	mg/kgds	< 0,05	< 0,05	0,23	< 0,05	< 0,05	0,38	0,47
FENANT	fenanthreen	mg/kgds	< 0,05	0,65	0,78	< 0,05	1,71	0,82	1,60
ANTHRA	anthraceen	mg/kgds	< 0,05	0,40	0,33	< 0,05	1,10	0,42	0,65
FLANTH	fluorantheen	mg/kgds	< 0,05	1,25	1,60	< 0,05	3,76	1,35	2,74
PYREEN	pyreen	mg/kgds	< 0,05	0,95	1,22	< 0,05	2,71	1,27	1,94
BAANTHR	benzo(a)anthraceen	mg/kgds	< 0,05	0,70	0,88	< 0,05	2,05	0,88	1,58
CHRYSEEN	chryseen	mg/kgds	< 0,05	0,60	0,85	< 0,05	1,71	0,82	1,48
BBFLANTH	benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,40	1,10	1,37	< 0,05	2,14	1,26	1,94
BKFLANTH	benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	< 0,05	0,45	0,57	< 0,05	0,90	0,53	0,84
BAPYREEN	benzo(a)pyreen	mg/kgds	0,35	0,80	1,03	< 0,05	1,67	0,93	1,61
DBAHANTH	dibenz(ah)anthraceen	mg/kgds	0,45	0,55	0,50	< 0,05	1,33	0,81	0,97
BGPERY	benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	0,50	0,65	0,77	< 0,05	1,24	0,77	1,18
IPYREEN	indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	0,40	0,65	0,67	< 0,05	1,43	1,01	1,37
PAKTOT	totaal-PAK's	mg/kgds	2,10	9,3	11,35	-	22,46	11,78	19,14

gecorrigeerde chemische analyses in april 1989
(locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage II.3

code	parameter	eenheid	locatie						
			8	9	10	11	12	13	14
EOCL	EOCL	mg/kgds	5,44	3,41	4,44	3,51	3,81	0,41	11,58
HXCLBUTA	hexachloorbutadien	µg/kgds	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 25
PNCLBENZ	pentachloorbenzeen	µg/kgds	12,66	14,12	6,17	< 5	< 5	< 5	24,74
TRCLBENZ	trichloorbenzeen	mg/kgds	0,18	0,16	0,19	0,08	0,08	0,02	0,49
OLIE	olie (IR)	mg/kgds	2025,32	1882,35	3827,16	1315,79	1714,29	54,26	2421,05
OS	organische stof	gew. %	7,9	8,5	8,1	5,7	4,2	9,4	19
PH	pH (KCl)	-	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1
CALC	calciet	gew. %	13,8	10,1	11,3	7,0	5,8	0,5	9,9
DS	droge stof	gew. %	34	30	43	46	53	41	30
AS	arsen	mg/kgds	< 1	< 1	4,34	< 1	< 1	< 1	21,82
HG	kwik	mg/kgds	2,61	2,65	4,86	1,4	1,05	0,29	40,92
CD	cadmium	mg/kgds	17,63	15,55	34,57	16,26	13,64	0,86	56,34
CR	chrom	mg/kgds	183,33	173,01	215,05	107,14	74,63	36,91	1537,10
CU	koper	mg/kgds	189,11	176,47	216,67	146,75	106,45	21	570
NI	nikkel	mg/kgds	107,92	93,17	108,53	75,43	59,32	47,30	210,53
PB	lood	mg/kgds	269,62	258,81	431,97	207,68	166,96	30,45	752,42
ZN	zink	mg/kgds	1918,94	1767,63	3359,21	1723,76	1247,97	214,01	3642,53
D2	deeltjes < 2 µm	gew. %	2,0	3,9	2,9	1,6	1,8	4,8	3,3
D16	deeltjes 2 - 16 µm	gew. %	83,2	84,1	71,3	66,6	44,5	58,9	85,0
D63	deeltjes 16 - 63 µm	gew. %	12,6	10,3	19,4	15,6	17,1	3,1	1,6
D210	deeltjes 63 - 210 µm	gew. %	1,8	1,3	2,4	6,8	3,9	0,7	0,4
DGR210	deeltjes > 210 µm	gew. %	< 0,5	< 0,5	4,0	9,4	32,5	32,5	9,7
αHCH	α-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,005
βHCH	β-HCH	mg/kgds	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,005
γHCH	γ-HCH	mg/kgds	0,003	0,002	0,002	0,002	< 0,001	< 0,001	0,014
NCB	NCB	mg/kgds	0,024	0,02	0,048	0,011	0,005	0,004	0,037
HPCL	heptachloor	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ALDRIN	aldrin	mg/kgds	< 0,01	0,071	0,062	< 0,01	< 0,01	0,021	0,042
TELODRIN	telodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ISODRIN	isodrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
HPCLEPOX	heptachloorepoxide	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDETOT	DDE (totaal)	mg/kgds	0,025	0,012	0,086	0,018	< 0,01	< 0,01	0,058
DIELDRIN	dieldrin	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
ENDRIN	endrin	mg/kgds	0,076	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDDTOT	DDD (totaal)	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
DDTTOT	DDT (totaal)	mg/kgds	0,013	0,012	0,049	0,053	< 0,01	< 0,01	0,063
αENDSULF	α-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
BENDSULF	β-endosulfan	mg/kgds	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,05
PCB28	PCB no 28	mg/kgds	0,025	0,023	0,074	0,018	< 0,01	< 0,01	0,452
PCB52	PCB no 52	mg/kgds	0,013	0,012	0,062	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,368
PCB101	PCB no 101	mg/kgds	0,038	0,024	0,086	0,035	0,024	< 0,01	0,105
PCB138	PCB no 138	mg/kgds	< 0,01	0,129	0,173	0,158	0,143	< 0,01	0,326
PCB153	PCB no 153	mg/kgds	0,101	0,082	0,111	0,123	0,119	< 0,01	0,147
PCB180	PCB no 180	mg/kgds	0,089	0,071	0,099	0,105	0,095	< 0,01	0,21
PCB118	PCB no 118	mg/kgds	0,03	0,02	0,06	0,02	< 0,01	< 0,01	0,14
NATALE	naftaleen	mg/kgds	0,75	0,68	0,88	0,67	0,95	< 0,10	1,84
ACNATYLE	acenaftyleen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,10	0,14
ACNATHEE	acenaftheen	mg/kgds	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,10	0,48
FLUOREEN	fluoreen	mg/kgds	0,33	0,32	0,42	0,39	0,33	< 0,05	0,89
FENANT	fenantheen	mg/kgds	0,99	0,99	1,22	1,21	1,26	0,08	1,95
ANTHRA	anthraceen	mg/kgds	0,41	0,42	0,41	0,40	0,38	< 0,05	1,84
FLANTH	fluorantheen	mg/kgds	2,03	2,0	2,72	2,46	2,62	0,14	3,42
PYREEN	pyreen	mg/kgds	1,65	1,53	2,10	1,93	1,86	0,12	2,26
BAANTHR	benzo(a)anthraceen	mg/kgds	1,08	1,09	1,36	1,33	1,38	0,06	1,32
CHRYSEEN	chryseen	mg/kgds	1,03	1,02	1,23	1,21	1,29	0,05	1,21
BBFLANTH	benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	1,52	1,65	1,98	1,93	2,05	< 0,30	1,42
BKFLANTH	benzo(k)fluorantheen	mg/kgds	0,63	0,66	0,81	0,75	0,86	< 0,05	0,53
BAPYREEN	benzo(a)pyreen	mg/kgds	1,15	1,16	1,48	1,44	1,71	0,09	0,95
DBAHANTH	dibenz(ah)anthraceen	mg/kgds	0,91	0,99	1,07	1,16	0,98	0,09	0,51
BGPERY	benzo(ghi)peryleen	mg/kgds	1,11	0,92	1,14	1,02	1,17	< 0,05	0,74
IPYREEN	indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kgds	1,14	1,18	1,73	1,44	1,48	< 0,05	1,0
PAKTOT	totaal-PAK's	mg/kgds	14,73	14,61	18,55	17,34	18,32	0,63	20,5

gecorrigeerde chemische analyses in april 1989
(locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage II.4

maand	code	dichtheid (gemiddelde ± SE)								[n/m ²]
		locatie								
		1	2	3	4	5	6	7		
AUGUSTUS	C	359,1± 49,1	147,9± 29,7	397,6	118,4	95,8± 39,2	5,6	15,5		
	D	1,4± 1,4	1,4± 1,4		2,8	3449,0±1267,7				
	H				14,1	29,3± 15,4	28,2± 28,1	1,4± 1,4		
	L	2,8± 1,9								
	N	708,2± 137,6	85,9± 17,3	122,7	1293,0	138,4± 26,0				
NOVEMBER	S	7,1± 3,2	84,6± 19,0	239,7		3047,0±1388,2	9,0	4,8		
	TM	141,0± 22,9	615,7± 57,2	552,3	121,3	2009,9± 624,5	477,0	268,8		
	TZ					1,8± 1,8				
	U	9,9± 3,0	2,8± 1,9		62,0	419,4± 163,3	3,5± 3,5	1,4± 1,4		
	V									
AUGUSTUS	C	290,0± 25,3	112,6± 21,5	105,6± 15,3	19,7± 6,7	86,8± 24,2	28,2± 8,1	4,7± 3,0		
	D	2,8± 1,9		2,4± 2,4	66,2± 47,8	1192,1± 501,9				
	H				15,5± 7,1	54,0± 27,1	21,1± 6,0	2,4± 2,4		
	L				1,4± 1,4					
	N	100,0± 22,8	77,4± 29,0	75,1± 24,6	535,0± 81,3	9,4± 9,4	2,4± 2,4	2,4± 2,4		
NOVEMBER	S		134,0± 33,9	148,1± 40,2	4,2± 2,2	544,5± 93,1	2,4± 2,4	2,4± 2,4		
	TM	31,3± 8,8	359,6± 100,5	620,4± 90,6	215,7± 29,1	652,6± 207,8	70,5± 15,8	2,4± 2,4		
	TZ				1,4± 1,4	5394,0±1165,7	1031,7± 99,0	347,3± 60,0		
	U	2,8± 1,9	9,4± 4,7		25,3± 6,2	2,4± 2,4				
	V					1931,4± 451,0	11,7± 6,7			

maand	code	biomassa (gemiddelde ± SE)								[mg/m ²]
		locatie								
		1	2	3	4	5	6	7		
AUGUSTUS	C	465,7± 66,1	60,4± 12,6	161,0	96,6	73,7± 42,5	2,5	4,6		
	D	0,4± 0,4	1,7± 1,7		0,2	55845,5±20092,9				
	H	14,5± 14,5			78,5	240,4± 125,5	425,1± 425,2	18,5± 18,5		
	L	***								
	N	1512,5± 276,2	307,4± 66,6	374,8	3121,1	391,0± 77,7				
NOVEMBER	S	0,3± 0,2	287,4± 200,9	1064,5		1156,5± 507,6	8,8	9,3		
	TM	24,2± 4,5	320,5± 46,4	245,8	33,3	779,9± 208,9	828,9	517,1		
	TZ					477,2± 477,2				
	U	198,2± 76,6	37,4± 27,6		518,9	5358,0±2083,7	95,2± 95,2	10,8± 10,8		
	V									
AUGUSTUS	C	263,0± 21,7	48,9± 23,6	101,5± 20,1	30,9± 11,2	73,9± 26,9	4,5± 1,4	3,5± 2,7		
	D	1,2± 1,1		22,3± 22,3	139,0± 139,0	5048,3±2599,2				
	H				100,4± 55,9	223,5± 95,9	192,0± 64,5	24,3± 24,3		
	L				***					
	N	301,4± 67,8	236,0± 101,8	308,2± 103,4	2081,3± 302,0	1537,4± 290,4	5,1± 5,1	***		
NOVEMBER	S		844,3± 352,6	555,9± 260,7	0,1± 0,1	521,1± 275,8	14,8± 3,5	0,3± 0,3		
	TM	6,6± 2,3	226,0± 72,5	473,3± 70,2	50,7± 8,1	2275,1± 600,1	936,1± 116,6	278,5± 28,0		
	TZ				0,4± 1,4	0,0± 0,0				
	U	23,5± 17,9	143,6± 81,0		196,3± 48,4	9830,9±2561,0	505,6± 247,5			
	V									

verklaring codes:

C = Chironomidae,
D = Dreissena polymorpha,
H = Hydrobiidae,
L = Lumbriculidae,
N = Naididae,
S = Sphaeriidae,
TM = Tubificidae met haren,
TZ = Tubificidae zonder haren,
U = Unionidae,
V = Valvata piscinalis.

*** = biomassa niet bepaald

gemiddelde en standaardfout van de dichtheden [n/m²] en biomassa's [mg/m²]
per familie in augustus en november 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage III.1

maand	code	dichtheid (gemiddelde ± SE) [n/m ²]							
		locatie							
		8	9	10	11	12	13	14	
AUGUSTUS	C	22,6	18,3± 5,7	85,9± 18,5	46,5± 13,5	80,3± 14,3	259,1± 72,8	170,4± 31,7	
	D		12,7± 4,9	4,7± 3,3	1,4± 1,4		16,9± 16,9		
	H			11,0± 3,2	8,5± 4,3	2,8± 1,9			
	L	1,4± 1,4		415,4± 47,1	253,4± 27,9	78,9± 15,5			
	N		2,4± 2,4	43,3± 27,1	5,8± 4,5	113,5± 22,6			
NOVEMBER	S	264,6	406,5± 87,7	550,1± 108,0	501,2± 86,1	676,2± 91,8	74,7± 16,5	194,7± 27,0	
	TM			2,4± 1,7					
	TZ	1,4± 1,4		1,6± 1,6		11,3± 5,5			
	U								
	V								
AUGUSTUS	C	14,1± 3,6	46,9± 11,3	28,2± 13,6	18,8± 7,0	5,3± 2,6	100,0± 22,1	75,1± 21,4	
	D		2,4± 2,4	18,8± 11,3	7,0± 4,8				
	H			2,4± 2,4		5,3± 2,6			
	L	2,4± 2,4	4,7± 3,0	1311,8± 420,5	126,7± 48,2	84,5± 13,1	4,2± 4,2	4,7± 3,0	
	N	30,5± 10,6	30,5± 4,3	16,4± 6,7	9,4± 4,7	21,1± 7,0		2,4± 2,4	
NOVEMBER	S	563,2± 93,1	931,6± 64,4	460,0± 52,4	488,1± 200,8	809,6± 121,1	799,7± 130,0	746,2± 216,6	
	TM					2,4± 2,4			
	TZ			2,4± 2,4		79,8± 10,7		2,4± 2,4	
	U								
	V								

maand	code	biomassa (gemiddelde ± SE) [mg/m ²]							
		locatie							
		8	9	10	11	12	13	14	
AUGUSTUS	C	14,7	6,8± 2,2	42,3± 8,8	18,9± 4,6	28,7± 5,5	74,3± 39,8	104,7± 27,5	
	D		163,1± 66,3	50,5± 33,4	0,6± 0,6		16,6± 16,6		
	H			238,8± 94,9	193,4± 99,0	46,6± 31,9			
	L	7,5± 7,5		1428,8± 169,2	837,7± 103,6	157,8± 30,6			
	N		3,4± 3,4	18,1± 17,5	2,3± 1,8	26,3± 11,3			
NOVEMBER	S	540,0	765,8± 153,2	581,8± 171,8	316,4± 64,1	473,9± 81,7	39,8± 9,4	142,3± 26,6	
	TM			662,2± 635,0					
	TZ	26,6± 26,6		19,5± 19,5		185,1± 83,1			
	U								
	V								
AUGUSTUS	C	1,6± 0,6	18,9± 8,3	6,4± 3,0	3,7± 1,4	1,1± 0,6	11,3± 2,7	31,6± 12,7	
	D		6,3± 6,3	197,6± 99,4	70,5± 51,6				
	H	***		***		***			
	L	12,5± 12,5	36,3± 24,5	3864,9± 1025,0	468,2± 177,9	225,9± 32,8	7,5± 7,5	10,2± 6,4	
	N	3,6± 1,1	4,4± 1,3	14,5± 7,5	4,7± 3,7	5,0± 1,7		0,1± 0,1	
NOVEMBER	S	415,8± 39,4	697,3± 49,5	398,3± 72,4	450,5± 309,3	566,8± 96,0	251,7± 40,7	312,8± 68,2	
	TM					0,5± 0,5			
	TZ			63,4± 63,4		954,0± 186,9		17,9± 17,9	
	U								
	V								

verklaring codes:

C = Chironomidae,
D = Dreissena polymorpha,
H = Hydrobiidae,
L = Lumbriculidae,
N = Naididae,
S = Sphaeriidae,
TM = Tubificidae met haren,
TZ = Tubificidae zonder haren,
U = Unionidae,
V = Valvata piscinalis.

*** = biomassa niet bepaald

gemiddelde en standaardfout van de dichtheden [n/m²] en biomassa's [mg/m²] per familie in augustus en november 1988 (locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage III.2

maand	code	relatieve dichtheid [%]						
		locatie						
		1	2	3	4	5	6	7
AUGUSTUS	C	29,2	15,8	30,3	6,8	1,0	1,1	5,3
	D	0,1	0,2		0,2	37,5		
	H	0,1			0,8	0,3	5,4	0,5
	L	0,2						
	N	57,5	9,2	9,3	74,6	1,5		
	S	0,6	9,0	18,3		33,2	1,7	1,6
NOVEMBER	TM	11,5	65,6	42,1	7,0	21,9	91,2	92,1
	TZ					0,0		
	U	0,8	0,3		3,6	4,6	0,7	0,5
	V							
	C	67,9	16,3	11,1	2,2	0,9	2,4	1,3
	D	0,7		0,3	7,5	12,1		
	H				1,8	0,6	1,8	0,7
	L				0,2			
	N	23,4	11,2	7,9	60,5	0,1	0,2	0,7
	S		19,3	15,6	0,5	5,5	0,2	
	TM	7,3	51,9	65,2	24,4	6,6	6,0	0,7
	TZ					54,8	88,3	96,7
	U	0,7	1,4		0,2	0,0		
	V				2,9	19,6	1,0	

maand	code	relatieve biomassa [%]						
		locatie						
		1	2	3	4	5	6	7
AUGUSTUS	C	21,0	6,0	8,7	2,5	0,1	0,2	0,8
	D	0,0	0,2		0,0	86,8		
	H	0,7			2,0	0,4	31,3	3,3
	L	***						
	N	68,3	30,3	20,3	81,1	0,6		
	S	0,0	28,3	57,7		1,8	0,7	1,7
NOVEMBER	TM	1,1	31,6	13,3	0,8	1,2	60,9	92,3
	TZ					0,8		
	U	9,0	3,7		13,5	8,3	7,0	1,9
	V							
	C	44,2	3,3	6,9	1,2	0,4	0,3	1,1
	D	0,2		1,5	5,4	25,9		
	H				3,9	1,2	11,6	7,9
	L				***			
	N	50,6	15,8	21,1	80,1	***	***	***
	S		56,3	38,0	0,0	7,9	0,3	
	TM	1,1	15,1	32,4	2,0	2,7	0,9	0,1
	TZ					11,7	56,5	90,9
	U	3,9	9,9		0,0	0,0		
	V				7,6	50,4	30,5	

verklaring codes:

C = Chironomidae,
D = Dreissena polymorpha,
H = Hydrobiidae,
L = Lumbriculidae,
N = Naididae,
S = Sphaeriidae,
TM = Tubificidae met haren,
TZ = Tubificidae zonder haren,
U = Unionidae,
V = Valvata piscinalis.

*** = biomassa niet bepaald

relatieve dichtheid [%] en biomassa [%]
in augustus en november 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage IV.1

maand	code	relatieve dichtheid [%]						
		locatie						
		8	9	10	11	12	13	14
AUGUSTUS	C	7,8	4,2	7,7	5,7	8,3	73,9	46,7
	D			0,4	0,2		4,8	
	H		2,9	1,0	1,0	0,3		
	L							
	N	0,5		37,3	31,0	8,2		
	S		0,5	3,9	0,7	11,8		
NOVEMBER	TM	91,3	92,4	49,6	61,4	70,2	21,3	53,3
	TZ			0,2				
	U	0,5		0,1		1,2		
	V							
	C	2,3	4,6	1,5	2,9	0,5	11,1	9,0
	D		0,2	1,0	1,1			
	H							
	L	0,4		0,1		0,5		
	N	0,4	0,5	71,3	19,5	8,4	0,5	0,6
	S	5,0	3,0	0,9	1,4	2,1		0,3
	TM	92,0	91,7	25,0	75,1	80,3	88,5	89,8
	TZ					0,2		
	U			0,1		7,9		0,3
	V							

maand	code	relatieve biomassa [%]						
		locatie						
		8	9	10	11	12	13	14
AUGUSTUS	C	2,6	0,7	1,4	1,4	3,1	56,9	42,4
	D			1,7	0,0		12,7	
	H		16,9	7,9	14,1	5,1		
	L							
	N	1,3		47,0	61,2	17,2		
	S		0,4	0,6	0,2	2,9		
NOVEMBER	TM	96,1	79,3	19,1	23,1	51,6	30,4	57,6
	TZ			21,8				
	U	4,7		0,6		20,2		
	V							
	C	0,4	2,5	0,1	0,4	0,1	4,2	8,5
	D		0,8	4,4	7,1			
	H							
	L	***		***		***		
	N	2,9	4,8	85,0	46,9	12,9	2,8	2,7
	S	0,8	0,6	0,3	0,5	0,3		0,0
	TM	95,9	91,4	8,8	45,2	32,3	93,1	83,9
	TZ					0,0		
	U			1,4		54,4		4,8
	V							

verklaring codes:

C = Chironomidae,
D = Dreissena polymorpha,
H = Hydrobiidae,
L = Lumbriculidae,
N = Naididae,
S = Sphaeriidae,
TM = Tubificidae met haren,
TZ = Tubificidae zonder haren,
U = Unionidae,
V = Valvata piscinalis.

*** = biomassa niet bepaald

relatieve dichtheid [%] en biomassa [%]
in augustus en november 1988 (locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat
riza
hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051
bijlage IV.2

code	dichtheid (gemiddelde ± SE) per locatie							[n/m2]	
	1	2	3	4	5	6	7		
CHIRACUT									
CHIRMURA	1,4± 1,4	22,5± 9,7	18,3		4,2± 2,7				
CHIRNUVE	136,6± 31,0	1,4± 1,4		110,0	48,4± 33,4				
CHIRONSP		1,4± 1,4		7,1	0,5± 0,5				
CHIRPLUM		1,4± 1,4	24,0						1,4
CLADOTSP	2,8± 2,8								
CRCHIRSP			1,4						
DITEGNER					28,6± 18,0				
EINFDISS					0,5± 0,5				
GLTOTESP	2,8± 2,8								
HARNISSP	1,4± 1,4	2,8± 1,9	1,4	1,4					
LIPIAREN	209,8± 37,8								
NICHTENE		11,3± 4,6							
MIPSECSP	1,4± 1,4								
NANOBICO									
PACHVITE					2,4± 2,4				
POPEGNUB									
PRDIUSSP	2,8± 1,9	107,0± 27,5	352,5		11,3± 9,2	5,6			14,1
RHTANYSP									
TATARSSP									
BRURSOME		51,7± 13,9	65,8						
LIDRCLAP		4,7± 4,7	4,7		115,4± 102,5	279,0			38,4
LIDRHOF	62,0± 24,7	65,8± 15,3	65,8	47,9	338,8± 180,0	117,0			153,6
PELOMULT									
POTHHAMM		4,7± 3,0	7,1						
POTHMOLD	7,1± 3,8	169,2± 35,9	103,4	21,2	176,2± 89,3				
PSAMBARB					691,7± 597,9				
TUFETUBI		2,4± 2,4							
TUFICINH	7,1± 3,2	25,9± 12,3	166,9		2355,3± 1252,8	9,0			4,8
TUFICIZH	71,9± 17,1	376,0± 41,6	378,4	52,2	1379,5± 582,4	81,0			76,8
UNCIUNCI	2,8± 1,9								
BINITENT									
DREIPOLY	1,4± 1,4	1,4± 1,4		2,8	3449,0± 1267,7				
LIGLNATI									
PISAMNI			1,4						
PISICASE	2,8± 1,9	9,9± 5,6	16,9	1,4	15,3± 8,6				
PISIHENS	671,6± 137,4	26,8± 5,3	52,2	1230,9	31,1± 13,4				
PISIMOIT	26,8± 6,1	8,5± 5,6	7,1	1,4	8,2± 3,6				
PISINICR					22,3± 9,9				
PISINITI	4,2± 3,0	12,7± 4,4	5,6	4,2	34,0± 16,1				
PISIOBTU			2,8						
PISISUBT		22,5± 13,5	8,5		20,5± 6,8				
PISISUPI			28,2		2,9± 2,0				
POPYANTI	1,4± 1,4			14,1	29,3± 15,4	28,2± 28,2		1,4± 1,4	
SPUNCORN		1,4± 1,4							
SPUNSOLI	2,8± 1,9	4,2± 2,2		55,0	4,1± 2,3				
UNIOPICT					1,8± 1,8				
VALVPISC	9,9± 3,0	2,8± 1,9		62,0	419,4± 163,3	3,5± 3,5		1,4± 1,4	
ASELAQUA					1,8± 1,8				
CAENLUCT					1,8± 1,8				
ECNOTENE					72,2± 35,7				
ERPOOCTO					450,6± 272,2				
GAMMARSP					41,1± 24,5				
GLSICOMP					15,8± 9,4				
NEBDSTAG									
HYPSCONT									
PISCGEOM									
PROAMERI					21,1± 14,1				
THERTESS					1,8± 1,8				

dichtheid (gemiddelde ± SE) in n/m² per soort per locatie
in augustus 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage v.2

	dichtheid (gemiddelde ± SE) per locatie										[n/m ²]	
code	8	9	10	11	12	13	14					
CHIRACUT			2,8± 1,9	1,4± 1,4		4,2± 4,2	21,1± 6,0					
CHIRMURA			7,0± 3,2				21,1± 7,4					
CHIRNUVE				11,3± 3,5		57,7± 53,1	52,1± 20,9					
CHIRONSP			1,4± 1,4			4,2± 4,2	5,6± 2,3					
CHIRPLUM	4,2	2,8± 1,9	11,3± 4,6	1,4± 1,4	5,6± 2,3		1,4± 1,4					
CLADOTSP					1,4± 1,4							
CRCHIRSP			4,2± 2,2	1,4± 1,4	1,4± 1,4	123,9± 26,3	28,2± 10,5					
DITEGNER						38,0± 38,0						
EINFDISS			1,4± 1,4									
GLTOTESP						4,2± 4,2						
HARNISSP				4,2± 2,2								
LIPIAREN												
NICHTENE		1,4± 1,4					4,2± 2,2					
NIPSECSP												
NANOBIOS						2,8± 2,8						
PACHVITE												
POPEGNUB			1,4± 1,4	21,1± 12,3		1,4± 1,4						
PRDIUSSP	18,3	14,1± 5,1	56,3± 27,2	5,6± 3,1	71,8± 14,0	25,5± 15,5	35,2± 18,8					
RHTANYSP						5,6± 5,6						
TATARSSP							1,4± 1,4					
BRURSOME												
LIDRCLAP	117,6	255,1± 79,2	99,8± 26,8	86,4± 26,8	104,9± 30,7	4,2± 3,0	39,7± 12,9					
LIDRHOF	102,9	100,2± 20,8	154,0± 46,0	173,5± 50,3	66,6± 25,8	32,4± 10,7	76,5± 26,4					
PELOMULT			7,9± 5,6		104,9± 20,8							
POTHHAMM												
POTHMOLD	4,9		11,0± 7,3	30,6± 15,3	34,5± 16,4	4,2± 3,0	4,4± 4,4					
PSAMBARB				1,6± 1,6								
TUFETUBI												
TUFICIMH		2,4± 2,4	35,4± 26,5	4,2± 4,2	8,6± 8,6							
TUFICIZH	39,2	51,3± 31,5	285,3± 93,9	210,7± 62,6	470,3± 81,0	33,8± 11,7	74,1± 16,5					
UNCIUNCI												
BINITENT			3,1± 2,1									
DREIPOLY			4,7± 3,3	1,4± 1,4		16,9± 16,9						
LIGLNATI			7,8± 2,5	8,5± 4,3	2,8± 1,9							
PISIAMNI												
PISICASE			52,4± 18,0	43,7± 10,8	7,0± 4,3							
PISIHENS			143,9± 24,9	121,1± 19,5	11,3± 5,1							
PISIMOIT			28,2± 16,8	11,3± 5,5	12,7± 5,7							
PISINICR												
PISINITI			21,1± 9,5	18,3± 8,4	7,0± 3,2							
PISIOBTU												
PISISUBT			90,7± 20,9	29,6± 9,5	38,0± 12,3							
PISISUPI	1,4± 1,4		79,0± 21,6	29,6± 9,5	2,8± 1,9							
POPYANTI		12,7± 4,9										
SPUNCORN												
SPUNSOLI												
UNIOPICT			2,4± 1,7									
VALVPISC	1,4± 1,4		1,6± 1,6		11,3± 5,5							
ASELAQUA						1,4± 1,4						
CAENLUCT						1,4± 1,4						
ECNOTENE						1,4± 1,4						
ERPOOCTO			1,4± 1,4									
GAMMARSP					1,4± 1,4	356,2± 331,6	1,4± 1,4					
GLSICOMP			1,4± 1,4									
HEBDSTAG												
HYPSCONT						12,7± 12,7						
PISCGEOM			1,4± 1,4									
PROAMERI												
THERTESS												

dichtheid (gemiddelde ± SE) in n/m² per soort per locatie
in augustus 1988 (locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat riza hoofdafdeling algemeen onderzoek	RIZA nota 91.051
	bijlage V.3

code	biomassa (gemiddelde ± SE) per locatie							[mg/m ²]	
	1	2	3	4	5	6	7		
CHIRACUT									
CHIRMURA	0,4± 0,4	21,6± 8,2	32,6		4,9± 3,4				
CHIRNUVE	247,8± 53,9	2,9± 2,9		96,2	62,2± 42,3				
CHIRONSP		0,1± 0,1		***	***				
CHIRPLUM		2,0± 2,0	30,8						0,4
CLADOTSP	0,2± 0,2								
CRCHIRSP			1,4						
DITEGNER					4,1± 2,7				
EINFDISS									
GLTOTESP	1,4± 1,4				0,4± 0,4				
HARNISSP	0,2± 0,2	0,8± 0,6	0,4	0,4					
LIPIAREN	214,4± 38,9								
NICHTENE		1,2± 0,5							
NIPSECSP	0,2± 0,2								
NANOBICO									
PACNVITE					0,2± 0,2				
POPEGNUB									
PRDIUSSP	1,0± 0,7	31,8± 8,9	95,7		1,9± 1,3	2,5			4,2
RNTANYSP									
TATARSSP									
BRURSOME		174,2± 125,5	633,9						
LIDRCLAP		1,9± 1,9	1,4		31,2± 28,8	292,1			38,6
LIDRHOFF	6,6± 1,8	29,5± 11,2	30,4	5,3	72,1± 26,7	168,9			239,7
PELOMULT									
POTHHAMH		0,3± 0,2	3,1						
POTHMOLD	2,5± 1,4	91,0± 8,3	54,3	9,5	93,3± 47,4				
PSAMBARB					279,1± 247,0				
TUFETUBI		1,0± 1,0							
TUFICIMH	0,2± 0,1	4,1± 1,9	28,3	6,0	443,8± 199,1	5,5			5,8
TUFICIZH	6,0± 1,7	77,9± 19,4	67,6	***	290,8± 115,2	57,0			44,8
UNCIUNCI	***								
BIMITENT									
DREIPOLY	0,4± 0,4	***		0,2	55845,5±20092,9				
LIGNATI									
PISIAMNI			4,2						
PISICASE	5,5± 4,3	37,6± 19,2	36,3	4,2	48,7± 26,8				
PISIHENS	1227,0± 230,0	104,5± 20,2	148,8	2592,6	84,7± 37,0				
PISIMOIT	27,3± 6,2	11,7± 8,9	6,8	2,6	7,9± 3,5				
PISINICR					58,1± 24,1				
PISINITI	6,9± 4,7	31,6± 12,1	13,5	1,7	67,5± 33,5				
PISIOBTU			8,4						
PISISUBT		70,8± 45,6	14,6		50,3± 18,8				
PISISUPI			79,9		8,7± 5,9				
POPYANTI	12,1± 12,1			65,4	200,3± 104,6	354,3± 354,3			15,4± 15,4
SPUNCORN		***							
SPUNSOLI	***	***		***	***				
UNIOPICT					477,2± 477,2				
VALVPISC	165,2± 63,9	31,1± 23,0		432,4	4465,0±1736,4	79,3± 79,3			9,0± 9,0
ASELAQUA					***				
CAEMLUCT					***				
ECNOTEME					***				
ERPOOCTO					***				
GAMMARSP					***				
GLSICOMP					***				
HEBOSTAG					***				
HYPSCONT									
PISCCEOM					***				
PROMERI					***				
TNERTESS					***				

*** = biomassa niet bepaald

biomassa (gemiddelde ± SE) in mg/m² per soort per locatie
in augustus 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage V.4

code	biomassa (gemiddelde ± SE) per locatie							[mg/m ²]	
	8	9	10	11	12	13	14		
CHIRACUT			1,6± 1,3	0,4± 0,4		2,0± 2,0	11,5± 3,4		
CHIRMURA			12,5± 5,3				24,2± 9,8		
CHIRNUVE				13,5± 4,3		42,7± 38,7	54,1± 25,0		
CHIRONSP			***			***	***		
CHIRPLUM	6,8	2,4± 1,6	7,9± 4,1	1,0± 1,0	9,9± 4,5		0,8± 0,8		
CLADOTSP					0,1± 0,1	0,1± 0,1			
CRCHIRSP			3,2± 1,7	0,1± 0,1	0,7± 0,7	18,0± 5,8	4,1± 1,5		
DITEGNER						6,3± 6,3			
EINFDISS			0,3± 0,3						
GLTOTESP						1,9± 1,9			
HARNISSP				0,6± 0,3					
LIPIAREN									
NICHTENE		0,1± 0,1					0,4± 0,2		
MIPSECSP						0,2± 0,2			
NANOBIKO									
PACHVITE									
POPEGNUB			0,1± 0,1	1,5± 0,8		0,1± 0,1			
PRDIUSSP	7,8	4,3± 1,5	6,8± 5,3	1,7± 0,9	17,9± 3,1	2,5± 2,5	9,5± 4,7		
RHTANYSP						0,5± 0,5	0,1± 0,1		
TATARSSP									
BRURSOME									
LIDRCLAP	130,6	281,8± 88,7	60,8± 15,6	49,3± 23,8	70,6± 26,0	1,1± 0,8	28,1± 9,8		
LIDRHOF	173,6	173,7± 31,8	181,3± 94,4	77,8± 28,0	34,6± 18,2	6,7± 2,9	34,6± 8,8		
PELOMULT			0,4± 0,3		10,2± 3,4				
POTHHAMM									
POTHHOLD	4,1		7,6± 5,1	20,3± 10,3	21,1± 10,4	3,2± 2,2	3,9± 3,9		
PSAMBARB				1,0± 1,0					
TUFETUBI									
TUFICIMH		2,1± 2,1	10,9± 10,9	0,4± 0,4	6,2± 6,2				
TUFICIZH	29,2	32,2± 17,1	113,9± 48,6	50,4± 12,1	170,0± 38,6	13,8± 4,6	22,3± 9,3		
UNCIUNCI									
BITENT			100,4± 66,4						
DREIPOLY			50,5± 33,5	0,6± 0,6		16,6± 16,6			
LIGLNATI			98,6± 43,0	161,2± 82,5	38,8± 26,6				
PISIAMNI									
PISICASE			172,9± 60,3	58,6± 56,2	18,5± 12,0				
PISIHENS			392,2± 81,2	342,1± 54,3	22,5± 9,9				
PISIMOIT			46,1± 28,3	18,0± 8,6	12,6± 5,6				
PISINICR									
PISINITI			68,7± 28,7	37,7± 14,7	12,0± 5,1				
PISIOBTU									
PISISUBT			242,9± 63,4	62,1± 21,2	60,9± 18,5				
PISISUPI	6,3± 6,3		270,6± 65,6	79,6± 24,7	5,1± 3,4				
POPYANTI		135,9± 55,3							
SPUMCORN									
SPUMSOLI									
UNIOPICT			662,2± 635,0						
VALVPISC	22,2± 22,2		16,3± 16,3		154,2± 69,2				
ASELAQUA						***			
CAENLUCT						***			
ECNOTENE						***			
ERPOOCTO			***						
GAMMARSP					***	***	***		
GLSTCOMP			***						
HEBOSTAG									
HYPSCONT						***			
PISCGEOM			***						
PROAMERI									
THERTESS									

*** = biomassa niet bepaald

biomassa (gemiddelde ± SE) in mg/m² per soort per locatie
in augustus 1988 (locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage V.5

code	dichtheid (gemiddelde ± SE) per locatie							[n/m ²]
	1	2	3	4	5	6	7	
CHIRACUT			2,4± 2,4	15,5± 4,9				
CHIRMURA			58,7± 10,6					
CHIRNUVE	71,8± 12,9	11,7± 4,3			2,4± 2,4			
CHIRONSP			2,4± 2,4	2,8± 1,9	68,1± 22,5			
CHIRPLUM		2,4± 2,4	7,0± 4,8		2,4± 2,4			
CRCHIRSP			2,4± 2,4	1,4± 1,4	14,1± 14,1			2,4± 2,4
DITEGNER								
EINFDISS								
LIPIAREN	171,8± 21,0	2,4± 2,4	2,4± 2,4					
POPEGNUB	19,7± 6,7		2,4± 2,4					
PRDIUSSP	2,8± 1,9	96,2± 19,0	28,2± 8,1			28,2± 8,1		2,4± 2,4
PRODOLIV								
STTOCHSP	23,9± 7,6							
BRURSOME		87,0± 27,1	30,1± 17,6					
DERODIGI								
LIDRCLAP	1,6± 1,6	18,8± 9,4	25,9± 7,7	1,4± 1,4	9,4± 9,4	2,4± 2,4		
LIDRHOF	1,6± 1,6	32,9± 7,0	185,7± 37,6		478,9± 112,5	279,7± 24,5	82,1± 6,7	
LIDRPROF		2,4± 2,4	14,1± 5,2		906,1± 313,6	162,2± 37,8	56,3± 15,0	
LIDRDEK		9,4± 7,0			37,6± 18,8	23,5± 4,7	9,4± 3,0	
LUCULIAE				1,4± 1,4	9,4± 9,4			
PANAFRIC								2,4± 2,4
PELOMULT					211,3± 54,3	68,2± 16,5	2,4± 2,4	
POTHHAMM		21,2± 7,9	47,0± 3,0					
POTHMOLD		159,8± 54,2	68,2± 20,1	32,4± 9,4	558,6± 140,0		2,4± 2,4	
PSAMBARB					136,2± 48,5			
TUFETUBI			21,2± 13,5		84,5± 73,8			
TUFICIMH		25,9± 5,7	49,4± 24,6	4,2± 2,2	220,7± 100,4	2,4± 2,4		
TUFICIZH	28,2± 7,4	136,3± 33,5	326,7± 57,2	181,9± 25,1	3403,5± 710,6	556,4± 100,9	197,1± 46,4	
ANODANAT				1,4± 1,4				
DREIPOLY	2,8± 1,9		2,4± 2,4	66,2± 47,8	1192,1± 501,9			
LIGLNATI								
PISICASE		30,5± 10,6	11,7± 6,7	1,4± 1,4	84,5± 31,1			
PISIHENS	97,2± 22,8	14,1± 6,3	4,7± 3,0	521,0± 79,9	145,5± 32,3			
PISIMOIT	1,4± 1,4	11,7± 4,3	16,4± 6,7		72,6± 14,3			
PISINICR					100,9± 39,6			
PISINITI	1,4± 1,4	2,4± 2,4	4,7± 3,0	1,4± 1,4	82,1± 22,2			
PISIOBTU			2,4± 2,4					
PISISUBT		16,4± 10,6	9,4± 4,7		49,3± 19,8	2,4± 2,4		
PISISUPI			25,8± 9,2	1,4± 1,4	9,4± 4,7			
PISISUIN								
PISIDISP								
POPYANTI				15,5± 27,1	54,0± 27,1	21,2± 6,0	2,4± 2,4	
SPUNSOLI		2,4± 2,4		8,5± 3,8				
UNIOPICT					2,4± 2,4			
VALVPISC	2,8± 1,9	9,4± 4,7		25,3± 6,2	1931,4± 451,0	11,7± 6,7		
ERPOCTO	1,4± 1,4							
ERPOTEST								
GAMMARSP	157,7± 41,9	14,1± 8,9	4,7± 3,0	136,6± 27,7	11,9± 9,4		4,7± 3,0	
GLSICOMP					77,4± 33,3			
GLSIHETE					4,7± 3,0			
HEBDSTAG		2,4± 2,4			2,4± 2,4			
HYPSCONT					7,0± 4,8			
NEOMINTE	1,4± 1,4							
PROAMERI					2,4± 2,4			

dichtheid (gemiddelde ± SE) in n/m² per soort per locatie
in november 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage V.6

code	dichtheid (gemiddelde ± SE) per locatie							[n/m ²]	
	8	9	10	11	12	13	14		
CHIRACUT			2,4± 2,4	2,4± 2,4		1,4± 1,4	9,4± 4,7		
CHIRMURA				4,7± 3,0		1,4± 1,4	9,4± 5,9		
CHIRNUVE		2,4± 2,4			1,8± 1,8		2,4± 2,4		
CHIRONSP		4,7± 4,7		4,7± 3,0					
CHIRPLUM				4,7± 3,0		92,9± 23,8	7,0± 7,0		
CRCHIRSP						1,4± 1,4			
DITEGNER				4,7± 3,0					
EINFDISS									
LIPIAREN									
POPEGNUB									
PRDIUSSP	14,1± 3,6	39,9± 13,3	25,8± 12,3		3,5± 2,3	1,4± 1,4	44,6± 15,6		
PRODOLIV						1,4± 1,4	2,4± 2,4		
STTOCHSP									
BRURSOME				2,4± 2,4					
DERODIGI	2,4± 2,4		2,4± 2,4		5,3± 2,6				
LIDRCLAP	124,4± 35,1	234,7± 38,6	39,9± 9,9	46,9± 16,9	177,8± 43,6	15,5± 3,9	77,4± 22,3		
LIDRHOF	65,7± 15,3	77,4± 22,6	84,5± 19,2	197,1± 127,4	177,8± 37,8	54,9± 17,4	218,7± 56,6		
LIDRPROF	9,4± 4,7	18,8± 9,4	11,7± 9,2	16,4± 8,5	15,8± 7,3	14,1± 5,6	28,2± 10,9		
LIDRUDEK	2,4± 2,4	4,7± 4,7				1,4± 1,4			
LUCULIAE									
PANAFRIC									
PELOMULT	28,2± 8,9	30,5± 4,3	9,4± 7,0	4,7± 3,0	17,6± 6,9				
POTHHAMM									
POTHMOLD			86,8± 19,0	30,5± 17,6	10,6± 5,8	47,9± 15,7	54,0± 11,2		
PSAMBARB			4,7± 3,0						
TUFETUBI									
TUFICIMH	2,4± 2,4		2,4± 2,4	2,4± 2,4	3,5± 2,3		2,4± 2,4		
TUFICIZH	361,7± 74,0	596,1± 53,8	237,0± 37,3	197,1± 45,6	427,7± 57,9	666,0± 113,7	368,4± 139,9		
ANODANAT									
DREIPOLY									
LIGLNATI			18,8± 11,3	7,0± 4,8					
PISICASE		2,4± 2,4	126,7± 33,3		14,1± 7,3				
PISIHENS			305,1± 87,2	42,2± 15,9	7,0± 3,2				
PISIMOIT			204,2± 99,3	14,1± 8,9	14,1± 5,1		4,7± 3,0		
PISINICR			2,4± 2,4						
PISINITI			237,0± 78,2	4,7± 3,0	7,0± 4,8				
PISIOBTU									
PISISUBT			211,2± 88,3	37,6± 16,5	32,9± 10,1				
PISISUPI	2,4± 2,4	2,4± 2,4	215,9± 66,8	28,2± 20,2	9,4± 4,7	1,4± 1,4			
PISISUIN			7,0± 7,0						
PISIDISP			2,4± 2,4						
POPYANTI		2,4± 2,4							
SPUMSOLI						2,8± 2,8			
UNIOPICT									
VALVPISC			2,4± 2,4		2,4± 2,4		2,4± 2,4		
ERPOOCTO		2,4± 2,4							
ERPOTEST									
GAMMARSP	2,4± 2,4		2,4± 2,4	2,4± 2,4	2,4± 2,4	25,3± 5,1	49,3± 21,4		
GLSICOMP									
GLSINETE									
HEBDSTAG							2,4± 2,4		
HYPSCONT						1,4± 1,4	2,4± 2,4		
NEOMINTE									
PROAMERI									

dichtheid (gemiddelde ± SE) in n/m ² per soort per locatie in november 1988 (locaties 8 t/m 14)	
rijkswaterstaat	RIZA nota 91.051
riza	
hoofdafdeling algemeen onderzoek	bijlage V.7

code	biomassa (gemiddelde ± SE) per locatie							[mg/m ²]
	1	2	3	4	5	6	7	
CHIRACUT			2,2± 2,2	111,1± 111,1				
CHIRMURA			74,1± 10,0					
CHIRNUVE	127,4± 24,0	26,0± 11,0		26,2± 9,4	0,6± 0,6			
CHIRONSP			1,0± 1,0	4,6± 3,1	69,5± 25,1			
CHIRPLUM		2,2± 2,2	16,1± 11,0		2,8± 2,8			
CRCHIRSP			0,9± 0,9	0,1± 0,1	0,9± 0,9			2,8± 2,7
DITEGNER								
EINFDISS								
LIPIAREN	105,8± 15,7	0,7± 0,7	***					
POEGNUB	19,0± 7,5		0,4± 0,4					
PRDIUSSP	0,5± 0,4	20,0± 4,8	6,5± 2,4			4,5± 1,4	0,7± 0,7	
PRODOLIV								
STTOCHSP	10,3± 3,2							
BRURSOVE		512,1± 221,1	304,8± 161,9					
DERODIGI					***	***		
LIDRCLAP	0,7± 0,7	6,2± 3,3	15,2± 7,5	1,0± 1,0	251,2± 57,5	217,9± 22,4	56,3± 3,5	
LIDRNOFF	0,4± 0,4	13,2± 4,0	167,8± 39,0		415,2± 192,0	245,4± 64,4	47,5± 11,6	
LIDRPROF		0,6± 0,6	9,0± 3,6		19,8± 12,7	13,1± 3,7	11,1± 5,8	
LIDRUDEK		7,4± 6,4			11,3± 11,3			
LUCULIAE				***				
PANAFRIC							***	
PELOMUL					8,4± 2,7	9,0± 2,2	0,2± 0,2	
POTHHAMM		12,1± 6,8	27,2± 2,4					
POTHMOLD		85,0± 31,0	41,0± 13,0	12,6± 3,5	286,4± 75,3		1,6± 1,6	
PSAMBARB					158,6± 57,3			
TUFETUBI			9,8± 6,0		53,7± 51,1			
TUFICIMH		3,6± 0,9	5,7± 3,0	0,1± 0,1	104,9± 69,1	0,3± 0,3		
TUFICIZH	3,1± 0,9	28,9± 6,2	62,9± 17,5	18,2± 3,0	438,2± 101,7	108,6± 11,2	57,6± 8,3	
ANODANAT				0,4± 0,4				
DREIPOLY	1,2± 1,1		22,3± 22,3	139,0± 139,0	5048,3± 2599,2			
LIGLNATI								
PISICASE		89,2± 36,6	44,1± 20,8	1,4± 1,4	272,0± 88,9			
PISIHENS	248,4± 56,7	37,9± 3,8	29,4± 18,6	1725,4± 251,5	422,6± 153,7			
PISIMOIT	1,4± 1,4	11,3± 4,2	19,8± 8,7		85,8± 19,6			
PISINICR					182,8± 53,4			
PISINITI	1,4± 1,4	4,3± 4,3	11,2± 7,4	2,6± 2,6	141,1± 39,0			
PISIOBTU			7,0± 7,0					
PISISUBT		54,0± 36,3	25,9± 11,9		140,7± 52,5	4,3± 4,3		
PISISUPI			119,5± 48,1	2,6± 2,6	36,4± 24,0			
PISISUIN								
PISIDISP								
POPYANTI				83,7± 46,6	186,3± 79,9	160,0± 53,8	20,2± 20,2	
SPUMSOLI		***		***				
UNIOPICT					0,0± 0,0			
VALVPISC	19,6± 14,9	119,7± 67,5		163,6± 40,3	8192,4± 2134,1	421,3± 206,2		
ERPOOCTO	***							
ERPOTEST	***				***			
GAMMARSP	***	***	***	***	***		***	
GLSICOMP					***			
GLSINETE					***			
NEBDSTAG		***			***			
HYPSCONT								
NEOMINTE	***				***			
PROAMERI								

*** = biomassa niet bepaald

biomassa (gemiddelde ± SE) in mg/m² per soort per locatie
in november 1988 (locaties 1 t/m 7)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage V.8

code	biomassa (gemiddelde ± SE) per locatie										[mg/m ²]			
	8		9		10		11		12		13		14	
CHIRACUT					0,5±	0,5	0,7±	0,7			0,9±	0,9	7,1±	3,7
CHIRMURA							0,8±	0,6			1,9±	1,9	15,4±	9,8
CHIRNUVE													0,2±	0,2
CHIRONSP			4,3±	4,3					0,2±	0,2				
CHIRPLUM			9,1±	9,1			1,1±	0,7						
CRCHIRSP							0,6±	0,4			7,9±	2,1	0,5±	0,5
DITEGNER											0,1±	0,1		
EINFDISS							0,4±	0,4						
LIPIAREN														
POPEGNUB														
PRDIUSSP	1,6±	0,6	5,4±	1,3	5,9±	2,6			0,9±	0,7	0,3±	0,3	8,1±	2,7
PRODOLIV											0,1±	0,1	0,2±	0,2
STTOCHNSP														
BRURSOME							2,1±	2,1						
DERODIGI	***				***				***					
LIDRCLAP	87,2±	21,1	181,9±	31,9	28,1±	6,8	35,2±	12,9	106,4±	26,8	5,7±	1,4	44,9±	14,0
LIDRHOFF	86,2±	22,8	110,4±	34,5	110,4±	25,7	173,3±	148,0	140,8±	32,1	9,8±	3,1	71,5±	15,2
LIDRPROF	5,7±	3,6	9,3±	5,1	5,9±	4,9	11,4±	9,2	9,3±	4,3	6,0±	2,9	6,4±	2,5
LIDRUDEK	7,3±	7,3	10,4±	10,4							1,0±	1,0		
LUCULIAE														
PANAFRIC														
PELOMULY	2,0±	0,5	2,7±	0,8	1,2±	1,0	0,5±	0,3	1,9±	0,8				
POTHHAMM														
POTHMOLD					50,5±	11,3	16,3±	9,5	6,0±	3,4	23,1±	8,1	25,7±	7,2
PSAMBARB					6,6±	4,2								
TUFETUBI														
TUFICIMH	0,3±	0,3			1,3±	1,3	0,4±	0,4	1,2±	1,0			0,1±	0,0
TUFICIZH	73,5±	9,5	123,8±	11,8	54,0±	16,9	45,3±	16,0	91,7±	11,0	111,8±	18,3	47,0±	13,4
ANODANAT														
DREIPOLY														
LIGLNATI					164,7±	82,8	58,7±	43,0						
PISICASE			19,8±	19,8	373,2±	92,1			32,4±	17,7				
PISIHENS					927,2±	272,6	159,8±	58,4	31,3±	14,0				
PISIMOIT					269,8±	119,5	23,5±	14,2	15,5±	5,3			8,5±	5,4
PISINICR					4,3±	4,3								
PISINITI					432,5±	109,5	8,5±	5,4	12,7±	8,7				
PISIOBTU														
PISISUBT					494,2±	203,0	93,2±	38,4	67,6±	21,8				
PISISUPI	10,4±	10,4	10,4±	10,4	694,5±	198,8	105,2±	73,9	28,6±	14,6	6,3±	6,3		
PISISUIN					18,2±	18,2								
PISIDISP					7,0±	7,0								
POPYANTI			5,3±	5,3										
SPUMSOLI											***			
UNIOPICT									0,5±	0,5				
VALVPISC					52,9±	52,9			795,0±	155,8			15,0±	15,0
ERPOOCTO			***											
ERPOTEST														
GAMMARSP	***				***		***		***		***		***	
GLSICOMP														
GLSIHETE														
HEBDSTAG													***	
HYPSCONT											***		***	
NEOMINTE														
PROAMERI														

*** = biomassa niet bepaald

biomassa (gemiddelde ± SE) in mg/m² per soort per locatie
in november 1988 (locaties 8 t/m 14)

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage V.9

CANOCO (Ter Braak, 1987) is een computerprogramma dat ordeningen kan maken. Daarbij worden, met behulp van een wiskundige methode, verschillende ordeningen in de gevonden soorten en de monsters aangebracht. Soorten, die een overeenkomstige verspreiding hebben, worden bij elkaar gezet en monsters waarin veel dezelfde soorten voorkomen staan dicht bij elkaar. Omdat niet alle soorten op dezelfde wijze reageren zijn verschillende ordeningen mogelijk. Die ordeningen worden ordinaat-assen genoemd. Het doel van deze ordeningen is aanwijzingen te krijgen welke factoren de verspreiding van de soorten bepalen. Uiteraard is geen uitspraak te doen of het causale relaties betreft. Binnen CANOCO is het mogelijk om de ordinaat-assen te correleren met milieu-parameters. Dit kan op twee manieren:

1. **Indirect:** Eerst worden de "beste" ordeningen gemaakt. Dit wil zeggen in de richting van de meeste variantie in de soortensamenstelling. Na afloop worden de ordinaat-assen gecorreleerd met de milieuvariabelen.
2. **Direct:** Tijdens de berekening van de ordinaat-assen wordt rekening gehouden met de waarden van de milieuvariabelen. Alleen die ordeningen, die lineair afhankelijk zijn van alle milieuvariabelen, worden aanvaard. Het is bij deze methode belangrijk dat alleen milieuvariabelen worden gekozen waarop de soorten reageren. Bovendien mogen de variabelen onderling niet sterk gecorreleerd zijn.

Een voordeel van de indirecte methode is, dat de ordening onafhankelijk is van de keuze van de milieuvariabelen. De directe methode maakt het mogelijk de effecten van milieuvariabelen te meten.

Er zijn binnen CANOCO verschillende technieken beschikbaar om de ordening uit te rekenen. Deze technieken zijn onder te verdelen in lineaire en niet-lineaire (unimodale of bimodale) methoden:

1. **Lineaire methoden:** Principal Components Analysis (PCA, indirect) en Redundancy Analysis (RCA, direct). Deze technieken zijn geschikt wanneer de milieuvariabelen weinig variëren. De relatie tussen de abundantie van de soorten en de milieuvariabelen is dan bij benadering lineair.
2. **Niet-lineaire methoden:** Correspondence Analysis (CA) of Detrended Correspondence Analysis (DCA) (indirect) en Canonical Correspondence Analysis (CCA) of Detrended Canonical Correspondence Analysis (DCCA) (direct). Deze unimodale technieken zijn in het algemeen geschikter voor ecologische gegevens, omdat soorten meestal bij benadering volgens een Gauss-kromme reageren op milieuvariabelen. De methoden zijn ingedeeld in detrended (D) en niet-detrended. Bij "detrending" worden de tweede en hogere ordinaat-assen niet alleen lineair ongecorrleerd gemaakt met de eerste maar ook kwadratisch, ter voorkoming van het "arch"- of "horseshoe"-effect (Gauch, 1982).

In dit onderzoek is PCA en CCA toegepast. Hierbij is de eerste as onafhankelijk gemaakt met de hogere assen volgens derde polynomen (Ter Braak, 1991). Om de invloed van dominante soorten te verminderen zijn de gegevens van de soorten getransformeerd volgens de natuurlijke logaritme.

Om te toetsen of de soorten reageren op de verzamelde milieu-parameters kan de Monte Carlo-permutatietoets worden uitgevoerd. Getoetst wordt de hypothese of de verspreiding van de soorten over de monsters verklaard kan worden door de gekozen milieuparameters. De toets wordt uitgevoerd door bij een Canonical Correspondence Analysis (CCA) de milieugegevens van de monsters verschillende malen willekeurig te verwisselen, zodat "Random datasets" worden verkregen. Van elke dataset wordt vervolgens de eigenwaarde van de eerste ordinaat-as bepaald, als maat voor de significantie van de ordening. Als minder dan 5 van de 99 "Random datasets" een grotere eigenwaarde hebben dan de werkelijke dataset, dan betekent dat de ordening significant is ($p = 0,05$).

beschrijving van het ordinaat- computerprogramma CANOCO

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage VI

- 1 - 1988 Ecological rehabilitation of the river Rhine: a proposal for a Netherlands research programma. (RIZA, RIVM, RIVO-DLO)
- 2 - 1988 Fish and their environment in large european river ecosystems; the Dutch part of the river Rhine. W.G. Cazemier, Science de l'Eau 7, 95-114 (1988). (RIVO-DLO)
- 3 - 1988 High rates of denitrification in a storage reservoir fed with water of the river Rhine. W. Admiraal and J.C. van der Vlugt, Arch. Hydrobiol. 113, 593-605 (1988). (RIVM)
- 4 - 1988 Impact of biological activity on detritus transported in the lower river Rhine: an exercise in ecosystem analysis. W. Admiraal and B. van Zanten, Freshwater Biology 20, 215-225 (1988). (RIVM)
- 5 - 1988 Continue signalering van toxische stoffen in het aquatische milieu met behulp van biologische bewakingssystemen - literatuurstudie. J. Botterweg, 31 pp., Den Haag (1988). (RIZA)
- 6 - 1988 Environmental stress in five aquatic ecosystems in the floodplain of the river Rhine. W. Admiraal, E.D. de Ruyter van Steveninck and H.A.M. de Kruijf. The Science of the Total Environment 78, 59-75 (1988). (RIVM)
- 7 - 1989 Bioaccumulation in yellow eel (*Anguilla anguilla*) and perch (*Perca fluviatilis*) from the Dutch branches of the Rhine- mercury, organochlorine compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons. F. van der Valk, H. Pieters and R.C.C. Wegman. (RIVO-DLO)
- 8 - 1989 Beoordeling en evaluatie van biologische alarmeringssystemen op het meetstation Lobith. Bio-alarm projekt fase I. J. Botterweg. (RIZA)
- 9 - 1989 Ecologisch herstel Rijn - beleid en onderzoek. Symposium- verslag 26 mei. E.C.L. Marteijs (red.) (RIZA)
- 10 - 1989 Summary of results and conclusions from the first phase (1988-1989) of the Netherlands research programme "Ecological Rehabilitation Rhine". J.A.W. de Wit, W. Admiraal, C. van der Guchte and W.G. Cazemier. (RIZA)
- 11 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with Atlantic salmon (*Salmo salar*). S.J. de Groot. (RIVO-DLO)
- 12 - 1989 Literature survey into the possibility of restocking the River Rhine and its tributaries with sea trout (*Salmo trutta trutta*). S.J. de Groot. (RIVO-DLO)
- 13 - 1989 Water- en oeverplanten in het zomerbed van de Nederlandse grote rivieren in 1988. Hun voorkomen en relatie met algemene fysische en chemische parameters. M.M.J. Maenen. (RIZA)
- 14 - 1989 Ecologisch herstel van de Rijnmakrofauna. B. van Dessel. (RIZA)
- 15 - 1989 Comparison of nitrification rates in three branches of the lower river Rhine. Biogeochemistry 8, 135-151. W. Admiraal and Y.J.H. Botermans. (RIVM)
- 16 - 1990 Vegetatie in de uiterwaarden: de invloed van hydrologie, beheer en substraat. M.C.C. de Graaf, H.M. van de Steeg, L.A.C.J. Voeseek en C.W.P.M. Blom. (RIZA)
- 17 - 1990 Chemicals affecting the spawning migration of anadromous fish by causing avoidance responses or orientational disability, with special reference to concentrations in the River Rhine. T.C. van Brummelen. (RIZA)
- 18 - 1990 Biomonitoring met de larven van Chironomiden en kokerjuffers. F. Heinis en T. Krommentuijn. (RIZA)
- 19 - 1990 Changes in plankton communities in regulated reaches of the lower River Rhine. E.D. de Ruyter van Steveninck, W. Admiraal and B. van Zanten. (RIVM)
- 20 - 1990 Fixation of dissolved silicate and sedimentation of biogenic silicate in the lower River Rhine during diatom blooms. W. Admiraal, P. Breugem, D.M.L.H.A. Jacobs and E.D. de Ruyter van Steveninck. (RIVM)

publicaties en rapporten van het project
"Ecologisch Herstel Rijn"

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage VII.1

- 21 - 1990 On the potential of basing an ecological typology of aquatic sediments on the nematode fauna: an example from the River Rhine. T. Bongers and J. van de Haar. (RIVM)
- 22 - 1990 Monitoring the toxicity of organic compounds dissolved in Rhine water. D. de Zwart and A.J. Folkerts. (RIVM)
- 23 - 1990 The kinetics of the degradation of chloroform and benzene in anaerobic sediment from the River Rhine. P. van Beelen and F. van Keulen. (RIVM)
- 24 - 1990 Phases in the development of riverine plankton: examples from the rivers Rhine and Meuse. E.D. de Ruyter van Steveninck, B. van Zanten and W. Admiraal. (RIVM)
- 25 - 1990 Typologie en waardering van stagnante wateren langs de grote rivieren in Nederland, op grond van waterplanten, plankton en macrofauna, in relatie toe fysisch-chemische parameters. F.W.B. van den Brink. (RIZA)
- 26 - 1990 Ecologische ontwikkelingsrichting grote rivieren. Aanzet tot kwantitatieve uitwerking van ecologische doelstellingen voor de grote rivieren in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk en A.L.M. van Broekhoven. (RIZA)
- 27 - 1991 Monitoring macroinvertebrates in the River Rhine. Results of a study made in 1988 in the Dutch part. A. bij de Vaate and M. Greijdanus-Klaas. (RIZA)
- 28 - 1991 Voedselécologie van vissen in de Nederlandse Rijntakken. P.J.M. Bergers. (RIZA)
- 29 - 1991 Natuurontwikkeling in uiterwaarden. Perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van ooibossen in de uiterwaarden van de Rijn. H. Duel. (RIZA)
- 30 - 1991 Phytoplankton in the river Rhine, 1989. Comparison between Lobith and Maassluis. R. Bijkerk. (RIVM)
- 31 - 1991 Inventarisatie van en verbeteringsplanning voor de fysieke belemmeringen voor de migratie van vis op de grote Nederlandse rivieren. A.W. de Haas. (RIZA)
- 32 - 1991 Visintrekmogelijkheden in de Rijn in Nederland. J.A.M. Vanhemelrijk. (RIZA)
- 33 - 1991 Nevengeulen - onderzoek naar de mogelijkheden, de consequenties en de te stellen eisen bij de aanleg van nevengeulen in de uiterwaarden. A.W. de Haas. (RIZA)
- 34 - 1991 The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), a new immigrant in the River Rhine. A. bij de Vaate (ed.) (RIZA)
- 35 - 1991 The effects of micropollutants on components of the Rhine ecosystem. Ed. J.A.W. de Wit et al. (RIZA)
- 36 - 1991 Aquatische makro-evertebraten in de Duursche Waarden 1989- 1991. A. Klink, E. Martelijn, J. Mulder en B. bij de Vaate. (RIZA)
- 37 - 1991 Sensitivity of bacterioplankton in the Rhine river to various toxicants measured by thymidine incorporation and activity of exoenzymes. D.M.J. Tubbing and W. Admiraal. (RIVM)
- 38 - 1992 Schatting van risico's van microverontreinigingen in de Rijn voor groepen organismen van de rivier-AMOEBE. J.W. Dogger, F. Balk, L.L. Bijlmakers en A.J. Hendriks. (RIZA)
- 39 - 1992 Macrofauna in de diepe waterbodem van het Noordelijk Deltabekken. H.C. Dudok van Heel, H. Smit en S.M. Wiersma. (RIZA)

Aanvragen/requests:

(RIZA): Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment,
P.O. Box 17, 8200 AA Lelystad, The Netherlands.
(RIVM): National Institute for Public Health and Environmental Protection,
P.O. Box 1, 3720 BA Bilthoven, The Netherlands.
(RIVO-DLO): Netherlands Institute for Fishery Investigations,
P.O. Box 68, 1970 AB IJmuiden, The Netherlands.

publicaties en rapporten van het project
"Ecologisch Herstel Rijn"

rijkswaterstaat

riza

hoofdafdeling algemeen onderzoek

RIZA nota 91.051

bijlage VII.2