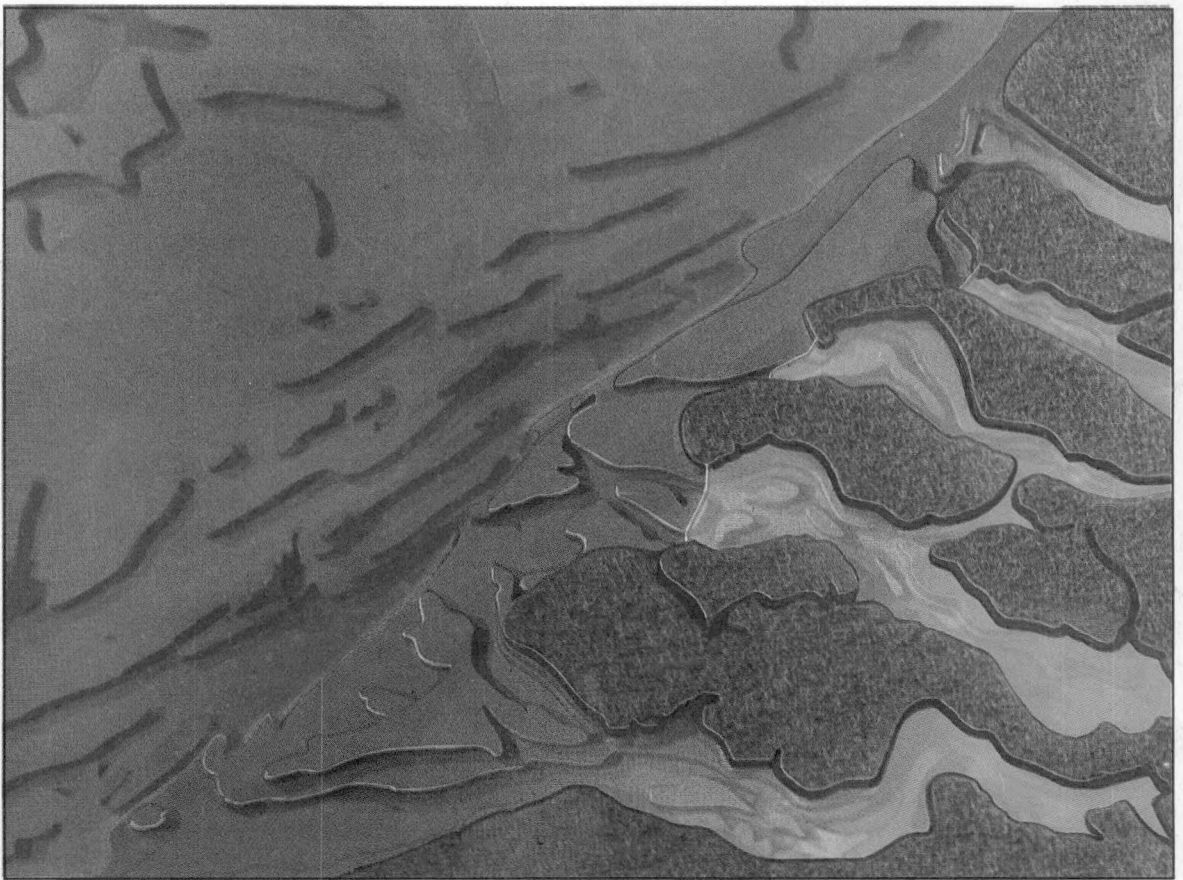


INVENTARISATIE VAN MACROZOOBENTHOS IN DE VOORDELTA

P.A. Seip, R. Brand



© 1987

This report is not to be cited without the consent of:
Tidal Waters Division
Ministry of Transport and Public Works
P.O. Box 8039, 4330 EA MIDDELBURG
The Netherlands

Netherlands Institute for Sea Research
P.O. Box 59, 1790 AB DEN BURG,
Texel, The Netherlands

This is published as NIOZ-report 1987-1
This series was formerly called:
Interne Verslagen
Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
Texel

**INVENTARISATIE VAN MACROZOOBENTHOS
IN DE VOORDELTA
DICHTHEDEN VOOR DE NAJAARSTOCHT VAN 1984
EN DE VOORJAARSTOCHT VAN 1985.**

P.A. Seip, R. Brand

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van
Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Middelburg

Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

ontwerp omslag en drukwerkverzorging
ARTIGRAFICA Den Helder

VOORWOORD

TAAKVERDELING EN DANKWOORD

SAMENVATTING

1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	4
2.1. Bemonsteringsstrategie	4
2.2. Determinatie en conservering	6
2.3. <u>Bemonsteringsmethodiek en vergelijking technieken</u>	6
2.3.1. Toegepaste bemonsteringsapparatuur	6
vergelijking Reineck-box corer/Van Veen-happer	
wat betreft penetratie en bemonsterd oppervlak	
2.3.2. Vergelijking Reineck-box corer/Van Veen-happer wat	7
betreft schattingen van bodemdierendichtheden	
2.4. Statistische aspecten	9
2.5. Classificatie en ordinatie	11

RESULTATEN

3. DE ABIOTISCHE FACTOREN	12
3.1. Inleiding	12
3.2. Correlaties tussen de abiotische factoren	13
3.3. Kaarten	14
3.4. Vergelijking tussen de strata	14
4. DE DICHTHEIDSSCHATTINGEN VAN DE BODEMDIEREN	15
4.1. Inleiding	15
4.2. <u>De verspreidingskaarten</u> , dichtheidsschattingen	15
per station (1984) en per monsterpunt (1985)	
4.3. <u>De strata</u>	16
dichtheidsschattingen per stratum en voor het hele gebied	
4.3.1. De strata-indeling 1984 en 1985	16
4.3.1.1. De TWINSPANclassificaties 1984 (voorlopig	16
en definitief)	
4.3.1.2. De TWINSPANclassificaties 1985-1	18
(voorlopig en definitief)	
4.3.2. De soorten per stratum	19
4.3.2.1. De dichtheidsschattingen 1985-1	19
4.3.2.2. De vergelijkingen in dichtheden tussen	21
1984 en 1985-1	
4.3.3. Dichtheidsvergelijking tussen de strata en per	22
soort	

Inhoudsopgave (vervolg)

5. DE CORRELATIES TUSSEN DE ABIOTISCHE FACTOREN EN HET VOORKOMEN VAN BODEMDIEREN	23
5.1. Inleiding	23
5.2. <u>"Preferenties"</u> , de abiotische omstandigheden op de monsterpunten waar een soort is aangetroffen	23
5.2.1. Weergave per abiotische factor	24
5.2.2. Weergave per soort	26
5.3. <u>Correlatiediagrammen</u> , de correlatie tussen enerzijds twee abiotische factoren en anderzijds de dichtheid van een soort	26
5.4. <u>Sedimentklassen</u> , enkele biotische gegeven per abiotische klasse, waarbij de klasse-indeling gebaseerd is op mediane korreldiameter en slibgehalte	27
5.5. <u>De ordinatie</u> , de ordinatie van de bodemdierendichtheden in relatie met de abiotische omstandigheden	28
 6. DISCUSSIE	 29

LITERATUURLIJST

LIJST VAN TABELLEN
TABELLEN

LIJST VAN FIGUREN
FIGUREN

LIJST VAN BIJLAGEN

OVERLAYS 1 EN 2

VOORWOORD

Het bodemdierenonderzoek in de Voordelta is in 1984 van start gegaan. Er was toen net een verkennende nota verschenen van de beheerders, waarin werd geconstateerd dat er van het gebied weinig bekend was, zelfs te weinig om te kunnen beslissen over de noodzaak van een beleidsplan. Tevens werd in die periode allengs duidelijk dat zich in de Voordelta grote veranderingen voltrokken, met name op morfologisch gebied. Een bijkomstig punt was de intentie van de toenmalige hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst om, ter uitvoering van het waterkwaliteitsplan Noordzee, onderzoek op de Noordzee te gaan doen.

Deze ontwikkelingen liggen ten grondslag aan het bodemdierenonderzoek Voordelta. Het is dan ook niet verwonderlijk dat bij de start van de hier gerapporteerde studies geen nauw omschreven doelstelling kon worden geformuleerd. Onderhavig onderzoek heeft vooral een exploratief karakter gehad. Bij de start was er sprake van een nagenoeg onbekend gebied, niet alleen in biotisch, maar ook in abiotisch opzicht.

Parallel aan het bodemdierenonderzoek is er in 1984 onderzoek gestart naar de morfologische ontwikkelingen in de Voordelta, en zijn er gegevens verzameld over de bodemsamenstelling, de waterkwaliteit - via een bemonsteringsprogramma m.b.v. helicopters dat al eerder was gestart -, de waterbeweging en het voorkomen van vogels. Via het RIVO zijn gegevens beschikbaar gekomen van bodemvissen en epifauna. Het Voordelta-onderzoek heeft daarmee een multidisciplinair karakter gekregen, waarvan de geïntegreerde rapportage in 1987 gereed zal komen.

Het onderhavige rapport over de bodemdieren vormt daarvoor één van de bouwstenen.

Het bodemdierenonderzoek is onderverdeeld in een meiofauna deel en een macrofauna deel. Het meiofauna-onderzoek is uitgevoerd door de sectie Mariene Biologie van het Instituut voor Dierkunde van de Rijksuniversiteit Gent o.l.v. Dr. C. Heip. Het macrofauna-onderzoek is uitgevoerd door de werkgroep Benthische Systemen van het NIOZ te Texel o.l.v. Dr. F. Creutzberg. Voor dit onderzoek zijn Drs. P.A. Seip en R. Brand gedetacheerd bij de DGW te Middelburg. Voor de bemonsteringen is gebruik gemaakt van vaartuigen van de Rijkswaterstaat.

Het bodemdierenonderzoek is begeleid door een commissie bestaande uit Drs. A.C. Smaal (DGW, voorzitter), Dr. H. Heessen (RIVO), Drs. L. Kohsiek (DGW), Drs. R. Lambeck (DIHO) en Drs. J. van der Meer (DGW). Aan de besprekingen is voorts deelgenomen door de onderzoekers en door Dr. C. Heip (RUG), Dr. F. Creutzberg (NIOZ) en Dr. H. Lindeboom (NIOZ).

De keuze van de bemonsteringsstrategie en de statistische bewerking van de gegevens van de macrofauna is uitgevoerd onder begeleiding van Drs. J. van der Meer.

De begeleidingscommissie is de Rijksuniversiteit Gent en het NIOZ erkentelijk voor de wijze waarop aan het onderzoek uitvoering kon worden gegeven en stelt vast dat er in een korte tijd zeer veel materiaal omtrent de bodemdierengemeenschap van de Voordelta is verzameld.

De begeleidingscommissie.

Taakverdeling en dankwoord

De algehele leiding over het RWS-BOVO project (BOVO=Bodemdiereninventarisatie VOordelta) is in handen van de heer drs. A.C. Smaal (RWS-DGW); voor het macrozoöbenthos gedeelte is de heer dr. F. Creutzberg op het NIOZ (Texel) projectleider.

Het sorteren van de bodemdierenmonsters is uitgevoerd door Ron Brand, Anke Engelberts en de heer Kommer Hoek. De determinaties zijn uitgevoerd door Ron Brand.

De organisatie van de vaartochten, de verdere analyse van de gegevens en de rapportage zijn uitgevoerd door drs. Peter Seip in samenwerking met drs. Jaap van der Meer (RWS-DGW), van wiens hand de paragrafen 2.4. en 2.5. zijn.

Wij willen de begeleidingscommissie (zie voorwoord) en iedereen die zich ook heeft ingezet voor het project op organisatorisch vlak, bij de monstername en bij de verdere verwerking van de gegevens, het type-werk - Hetty Timmerman, Josephine Romeijn - en bij het realiseren van deze eindversie van het rapport - Maarten van Arkel en Henk Hobbelink van het NIOZ - hartelijk bedanken.

De omvangrijke monstername werd uitgevoerd in samenspel met de bemanningen en de meetleiders van 7 grotere en kleinere RWS-schepen - ms "Hammen", ms "Holland", ms "Lodijcke", ms "Prof. Lorentz", ms "Smal Agt", ms "Welsing" en ms "Wijtvliet" -, met collega's van Rijksuniversiteit Gent - Yvette Vermeulen, Guy de Smet, Ann Vanreusel en Rony Huys - en vanuit Middelburg, met vele vrijwilligers, Anke Engelberts, Ed Stikvoort en onszelf.

SAMENVATTING

In het kader van het Voordelta-onderzoek (zie inleiding en fig. 1) is er een bodemdiereninventarisatie uitgevoerd. Er zijn 3 tochten gehouden: najaar 1984, voorjaar 1985 (1985-1) en najaar 1985 (1985-2).

In dit rapport komen de dichtheden van de eerste en de tweede tocht aan de orde. In het (sublitorale) onderzoeksgebied, dat een oppervlakte heeft van ca. 1200 km², zijn 125 soorten aangetroffen, die zijn vermeld in tabel 1.

De 14 meest algemene soorten (vgl. tabellen 16 en 27) zijn:

- de borstelwormen Scoloplos armiger, Nephtys hombergii, Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis, Spiophanes bombyx, Spio filicornis en Capitella capitata;
- de vlokreeftjes Bathyporeia elegans en Urothoe poseidonis;
- de tweekleppigen Spisula subtruncata, Tellina fabula en Macoma balthica;
- de zeester Ophiura texturata en
- de groep snoerwormen (Nemertinea).

De werkwijze is samengevat in figuur 2: de bemonsteringsstrategie werd aangepast aan de resultaten van de voorafgaande tocht.

Bij TWINSPAN-classificatie van dichtheidsgegevens van 1984 bleek een ruimtelijke patroon te onderscheiden van, qua bodemdierensamenstelling en dichtheden, op elkaar gelijkende (64) stations. Dit maakte een strata-indeling (6 strata) op basis van bodemdierengegevens mogelijk. Bij de aanvang project kon dit op basis van de beschikbare bodem- of bodemdierengegevens nog niet gebeuren.

Bij de tweede tocht is vervolgens een "stratified random"-bemonstering uitgevoerd om de dichtheden per stratum goed te kunnen schatten.

Er zijn betrouwbaarheidsintervallen voor de geometrisch gemiddelde dichtheid berekend. De gegevens zijn log-getransformeerd, vervolgens is het gemiddelde bepaald van de waarnemingen en is deze waarde terug-getransformeerd voor de strata afzonderlijk en voor het gehele gebied (zie tabel 27, de figuren 29 t/m 35 en de figuren van bijlage 4a).

Er werd een sterke correlatie tussen de geometrisch gemiddelde dichtheid en de frequentie van de soort gevonden (zie 4 en 6).

Bij de vergelijking van de TWINSPAN-classificatie van de gegevens van de eerste twee BOVO-tochten werden vergelijkbare ruimtelijke patronen ontdekt, a.h.w. stabiele zonatie (zie figuren 25 t/m 28).

De strata-indeling, die uit de tweede tocht is afgeleid en voor de derde tocht is gebruikt, is verfijnd (10 strata) t.o.v. de voorgaande strata-indeling (6 strata) op basis van de eerste tocht (zie overlays 1 en 2).

De noordelijke strata (fijn zand met een laag-middelmatig slibgehalte) zijn relatief rijk aan soorten en individuen per monster (zie figuur 52 en 53). De Westerscheldemonding (met hoge slibgehalten in de in hoofdzaak fijnzandige bodem en hoge zwevend stofgehalten in de waterkolom) en delen van de Oosterscheldemonding (waar i.v.m. hoge stroomsnelheden lage slibgehalten in de middelmatig grof-zandige bodem worden gevonden) lieten in 1984 en 1985-1 weinig soorten en individuen per monster zien (zie figuren 23 en 24).

Per stratum wordt een abiotische beschrijving gegeven (zie 3 en tabel 9). Per soort is op grafische wijze gezocht naar correlaties met gemeten bodemfactoren en de diepte en is de ecologische verspreiding onderzocht op basis van gegevens van de tweede tocht (zie 5 en bijv. de figuren 38, 41 en 45).

Op de gehele dichtheden-dataset (1984 en 1985-1 apart) is een ordinatie-techniek (DECORANA) toegepast en is gezocht naar rangorde-correlaties met de gemeten bodemfactoren en met de diepte (zie 2.5). Deze bleken statistisch significant gecorreleerd te zijn met een of meer van de DECORANA-ordinatie-assen (zie 5). Zeer hoge correlaties werden gevonden met het slibgehalte (en de groep daarmee gecorreleerde variabelen) (zie tabel 26 en fig. 49).

In verband met het toepassen van verschillende technieken bij de bemonstering (Reineck-box corer en Van Veenhapper), zijn deze onderling vergeleken op penetratie-diepte en dichtheidsschattingen voor bodemdieren (zie 2). De box-corer penetreerde (gem. 26 cm) aanzienlijk dieper dan de Van Veen-happer (gem. 15 cm) (zie tabel 4 en figuren 3a en 3b). Alleen voor de polychaeten Magelona papillicornis en Nephtys cirrosa en voor de amphipode Urothoe poseidonis was de dichtheid significant ($P < 0.05$) hoger in de box. Dit geldt ook voor de totale dichtheid voor alle soorten, voor de polychaeten en voor de amphipoden (vgl. tabel 5).

In de discussie (zie 6) komt o.a. een vergelijking aan de orde met de gegevens van Wolff uit de periode 1958-1969. Daaruit blijkt dat in de Voordelta open zee-soorten zoals Tellina fabula algemener zijn geworden.

Bij het rapport wordt een selectie van de meest opvallende figuren gepresenteerd; de overige zijn in enkele bijlagen te vinden. (Deze zijn in te zien bij de bibliotheken van het NIOZ te Texel en bij RWS-DGW te Middelburg).

1.

INLEIDING

De Deltawerken hebben niet alleen de bekkens van Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde in belangrijke mate beïnvloed, maar laten hun invloed ook daarbuiten aan de zeezijde gelden. De onderwaterdelta's die bij het Haringvliet- en Grevelingenbekken behoren, blijken reeds ingrijpende wijzigingen te hebben ondergaan als gevolg van de afsluitingen (resp. in 1970 en 1971), waardoor de stroming van het water meer evenwijdig aan de kust verloopt vergeleken met de vroegere situatie met open zeegaten. Dit wordt o.a. zichtbaar door de aangroei van kustparallele banken voor de koppen van de Zeeuwse eilanden (Voorne, Goeree en in de omgeving van de Brouwersdam) die o.a. de mate van golfwerking en de bodemsamenstelling (bijv. het slibgehalte) aan de landzijde daarvan kunnen beïnvloeden. De vorming van deze banken (netto-sedimentatie) impliceert sedimenttransport van elders, waar erosie is opgetreden. Analoge ontwikkelingen, waarbij aanzienlijke sedimentverplaatsingen optreden, worden binnen een termijn van enkele decennia verwacht in de monding van de Oosterschelde. Daar is weliswaar geen sprake van volledige afsluiting, maar er is wel een aanzienlijke vermindering van het getijvolume opgetreden, met name sinds het plaatsen van de dorpelbalken van de stormvloedkering in de zomer van 1985. Hierdoor treden veranderingen op in de stromingspatronen en de stroomsnelheden, en daarmee in het sedimenttransport.

De **Voordelta** is het ondiepe zeegebied voor de Zeeuwse kust, waarvan de bodem wordt gevormd door een serie getijden- (onderwater- of buiten-) delta's van een aantal, deels voormalige, zeegaten. (Als zeewaartse begrenzing is in dit project globaal de 15 m minus N.A.P. lijn genomen (zie fig. 1)).

De Voordelta is van belang voor de visserij (bijv. kokkels, garnalen), als opgroeigebied voor (jonge) vis, voor zandwinning/slibdumping, voor de kustverdediging en heeft belangrijke natuurwetenschappelijke waarden. Om de ontwikkelingen in dit gebied te onderzoeken en te volgen is begin 1985 het Voordeltaproject van start gegaan. Dit project is als geïntegreerd ecosysteemonderzoek opgezet door de Dienst Getijde Wateren (DGW) van Rijkswaterstaat te Middelburg. Begonnen is met een inventariserende fase (zie Kohsiek e.a., 1984).

Dit vormt het kader van het al in 1984 van start gegane project Bodemdiereninventarisatie in de Voordelta (**BOVO**). Deze inventarisatie is - tussen najaar 1984 en najaar 1985 - in opdracht van en in samenwerking met Rijkswaterstaat uitgevoerd door de Rijksuniversiteit te Gent (RUG: meiofauna-onderzoek; zie Huys e.a., 1986 en Vanreusel e.a., 1986) en door het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee te Texel (NIOZ: macrozoöbenthosonderzoek).

De doelstelling van het bodemdieren onderzoek (BOVO) is het verkrijgen van een kwantitatief beeld van de bodemdierenverspreiding in relatie met het abiotische milieu in het sublitoraal van de Voordelta. Dit wordt nagestreefd, mede met het oog op toekomstige monitoring ten aanzien van, reeds optredende en voorziene, ingrijpende, voor bodemdieren relevante, wijzigingen in het abiotisch milieu, die in gang zijn gezet door de Deltawerken, en ten aanzien van vervuiling (aangevoerd via Rijn, Maas, Schelde en dumpingen).

Dit rapport handelt over het **macrozoöbenthos**. Dit wordt (hier) gedefinieerd als de groep van grotere bodemdieren die - gevangen met een Van Veen-happer of een Reineck-box corer en zonder voorbehandeling (levend) gespoeld - een zeefplaat met ronde gaatjes van 1 mm diameter niet passeren. Dit rapport beperkt zich tot de bespreking van de dichtheidsgegevens van de eerste twee (najaarstocht 1984 en voorjaarsstocht 1985) van de drie in het kader van BOVO uitgevoerde monstertochten.

Met deze rapportage wordt beoogd de onderzoeksresultaten zodanig vast te leggen, dat het materiaal bij later onderzoek (bijv. monitoring) in de Voordelta als referentiekader gebruikt kan worden.

Tabel 1 geeft een lijst van de aangetroffen soorten en een verklaring van de in het rapport gebruikte soortnaamafkortingen.

Sinds de afsluitingen rond 1970 is er in het grootste deel van de Voordelta geen macrozoöbenthosonderzoek uitgevoerd. Alleen in het zeegebied voor Voorne en Goeree (in het kader van het Project Groot-schalige Locatie Berging Baggerspecie is hier vanaf 1985 een monitoringprogramma van start gegaan (zie voor 1981-1983 (Seip, 1984)) en in de Westerscheldemonding (onderzoek vanuit R.U. Gent). In de periode direct voorafgaand aan de afsluitingen (ca. 20 jaar geleden) is er een uitgebreid, meer kwalitatief, soortgericht onderzoek naar de ecologie van het macrozoöbenthos in het gehele Deltagebied uitgevoerd door Wolff (1973), waarbij ook een deel van de Voordelta is onderzocht, in hoofdzaak met gebruikmaking van een 0,1 m² Van Veen-happer.

Het abiotische milieu in de Voordelta is heterogeen en heeft een dynamisch karakter.

Het getij veroorzaakt, behalve waterbewegingen langs de kust, ook meer loodrecht op de kust gerichte in- en uitgaande waterstromingen voor en in de mondingen van de estuaria de Nieuwe Maas, de Ooster- en de Westerschelde.

Onder invloed van deze getijdenbewegingen zijn bodemstructuren als getijgeulen, banken en platen ontstaan. Deze zijn veelal niet stabiel wat betreft ligging, maar veranderen van vorm of ligging tengevolge van natuurlijke oorzaken of menselijke ingrepen (die bijv. de getijvolamina van de estuaria hebben gewijzigd).

De zandfractie van het sediment bestaat in hoofdzaak uit fijn zand; in de monding van de Oosterschelde wordt in relatie met de hoge stroomsnelheden grover (medium) (slibarm) zand aangetroffen. De slibgehalten

zijn meestal laag of middelmatig. Plaatselijk komen hoge slibgehalten voor, met name in de monding van het Haringvliet, voor de Grevelingendam, in de Westerscheldemonding en rond dumplocaties van grote hoeveelheden slibrijke baggerspecie (bijv. bij boei S1 voor de Belgische kust). Ook vóór de afsluitingen waren de slibgehalten in de monding van het Haringvliet en in de Westerscheldemonding al relatief hoog (vgl. Van der Weiden, 1986 en Weijers, 1986).

- Niet alleen de waterkwaliteit dichtbij en in de bodem is voor bodemdieren van belang, maar ook die van de waterkolom daarboven, vooral in de reproductieperiode, wanneer vele bodemdierensoorten (als ei en/of larve) een pelagische fase van hun levenscyclus doormaken. -

Vooraf in het voorjaar bereiken grote hoeveelheden vervuild zoet Rijn- en Maaswater het gebied via de Nieuwe Waterweg en de Haringvlietssluisen. Het zoutgehalte vlak boven (en in) de bodem van het sublitoraal van de Voordelta daalt daarbij alleen flink in de directe nabijheid van deze sluizen.

De Schelde voert in verhouding tot de Rijn en de Maas veel minder, maar wel ernstig vervuild zoet water aan. Dit stroomt in eerste instantie hoofdzakelijk zuidwaarts langs de Belgische kust, in verband met een rechtsdraaiende maalstroom aldaar (zie Nihoul e.a., 1984). Tussen de Wester- en de Oosterschelde vindt slechts in geringe mate uitwisseling plaats. Het water voor de Grevelingendam en in de Ooster- en Westerscheldemonding heeft doorgaans een hoog zoutgehalte. Opvallend is een gebied met hoge zwevende stofgehalten in de Westerscheldemonding (zie Nihoul e.a., 1984).

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Bemonsteringsstrategie

De twee aspecten binnen de vraagstelling kunnen elk een andere strategie impliceren:

- a. De inventarisatie, waarbij dichtheidsschattingen met een betrouwbaarheidsinterval nagestreefd worden voor de algemene soorten en waarbij er een keuze gemaakt moet worden tussen de optimalisatie van de dichtheidsschattingen per deelgebied of voor het gehele gebied.
- b. Onderzoek naar de verbanden tussen het aan te treffen bodemdieren- voorkomen en abiotische factoren.

Het heeft bij dit onderzoek op zich weinig betekenis als er beschikt kan worden over preciese dichtheidsschattingen (a), maar er geen kijk is op factoren die daar aan ten grondslag liggen (b). De bemonsteringsstrategie kan niet worden afgestemd op één soort. Er is gekozen voor een benadering waarbij de nadruk op de algemene, niet sterk geaggregeerd voorkomende soorten ligt. Met de beschikbare capaciteit kunnen namelijk geen betrouwbare schattingen voor de zeldzame en/of sterk geaggregeerd voorkomende soorten bereikt worden.

De voor de hand liggende aanpak om doelstelling a. te verwezenlijken in een heterogeen gebied zoals de Voordelta, is een "stratified random" bemonsteringsopzet. Om die uit te voeren is er een strata-indeling nodig, die op basis van voorkennis over bodemdieren of over relevante abiotische (bijv. sediment-) gegevens vooraf gekozen moet worden. De bemonsteringsinspanning moet vervolgens zodanig over de strata verdeeld worden (de keuze van het aantal monsterpunten per stratum) dat de inventarisatiedoelstelling, uitgaande van de beschikbare capaciteit op een zo efficiënt mogelijke manier wordt verwezenlijkt. Hierbij moet rekening worden gehouden met o.a. te verwachten verschillen in varianties tussen de verschillende strata (zie 2.4).

Voor het onderzoeken van correlaties met het abiotische milieu is een onderzoeksopzet vereist waarbij, op basis van voorkennis, de monsterpunten zodanig select worden gekozen dat er een voldoende aantal monsters verspreid over het aanwezige gedeelte van de abstracte abiotische ruimte op bodemdierenvoorkomen onderzocht worden.

Omdat in 1984 de benodigde voorkennis ontbrak, zowel over de bodemdieren als over het abiotische milieu, kon er toen geen "stratified random" bemonstering worden uitgevoerd. Er is, op basis van de gebrekkige (recente) voorkennis over abiotische variabelen en bodemdieren in beperkte delen van de Voordelta, een bemonsteringsopzet gemaakt met de nadruk op de tweede (correlatie-) vraagstelling (b). Er werden op een 64-tal select gekozen stations een vijftal monsters verzameld (stationsgerichte benadering), die niet alle konden worden uitgewerkt in de beschikbare tijd.

De met deze verkennende eerste tocht (najaar 1984) verkregen resultaten maakten het mogelijk om bij de tweede tocht (voorjaar 1985) een "stratified random"-bemonsteringsstrategie toe te passen (zie 2.4.), waarbij er per stratum (en voor het gehele gebied) voor de algemene soorten intervalschattingen voor de (geometrisch) gemiddelde dichtheid gemaakt kunnen worden (stratumgerichte benadering).

De met behulp van een classificatie-programma (TWINSPAN; zie 2.5.) verkregen clusters bleken namelijk geografisch te interpreteren te zijn: per cluster konden een of enkele ruimtelijk bijeenliggende groepen stations onderscheiden worden (zie 4.3.1.1.). Ook kon uit de resultaten van de eerste tocht afgeleid worden dat er ca. 25 monsters per stratum nodig zouden zijn om voor de algemene soorten voldoende betrouwbare dichtheidsschattingen te verkrijgen. Bij de verdeling van het aantal monsterpunten over de (6) strata is dit getal per stratum aangehouden. Alleen aan het qua oppervlakte relatief grote stratum VI is een groter aantal monsterpunten toebedeeld (zie de tabellen 11 en 15). Er werd van uitgegaan dat er totaal ongeveer evenveel monsters zouden kunnen worden genomen als er van de eerste tocht uitgewerkt konden worden, d.w.z. eenzelfde bemonsteringsinspanning, maar nu i.p.v. stationsgericht, stratumgericht.

Bij de derde tocht (najaar 1985) is ook met deze strategie gewerkt, maar is de strata-indeling gewijzigd door gebruik te maken van de gegevens van de tweede tocht. De verdeling van de monsterpunten over de (10) strata is geoptimaliseerd t.o.v. de tweede tocht. Bij deze optimalisatie is er van uitgegaan dat - voor de algemene soorten - zowel een betrouwbare dichtheidsschatting per stratum verkregen moet worden als een betrouwbare schatting voor het (heterogene) gehele gebied.

Om dit eerste doel voor een algemene soort te bereiken moet het totale aantal monsters (monsterpunten) evenredig aan de variantie van de dichtheid per stratum verdeeld worden. Om het tweede doel te bereiken moet het aantal monsters evenredig aan het produkt van de standaarddeviatie van de dichtheid met de oppervlakte per stratum verdeeld worden (vgl. Elliott, 1979).

Bij de verdeling van het aantal monsters is het midden gehouden tussen deze beide benaderingen.

Er is tijdens het BOVO-onderzoek dus volgens een iteratief proces gewerkt: de resultaten van de voorafgaande tocht werden steeds benut bij de opzet van de daaropvolgende tocht. Dit is schematisch weergegeven in figuur 2. Daarin zijn diverse keuzemomenten, waarbij arbitraire beslissingen zijn genomen, vermeld.

Voor gegevens over de bemonsteringen wordt verwezen naar bijlage 1.

In tabel 2 zijn enkele gegevens over het bemonsteringsschema van de drie tochten vermeld.

2.2. Determinatie en conservering

Als determinatieliteratuur is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van specifiek op bepaalde taxa gerichte werken

- voor Polychaeten: Hartmann - Schröder (1971)
- voor Gammaridea : Lincoln (1979)
- voor Mollusca : Tebble (1966) en Entrop (1965)

en verder diverse tabellen uit de Strandwerkgemeenschap tabellenserie van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV) en de Nederlandse en Christelijke Jeugdbonden voor Natuurstudie (resp. NJN en CJN) en uit de Wetenschappelijke Mededelingen van de KNNV.

De bodemdieren zijn geconserveerd in een met borax gebufferde 4% formaline-oplossing in zeewater (na het uitsorteren van de bodemdieren uit de monsters is leidingwater gebruikt i.p.v. zeewater).

2.3. Bemonsteringsmethodiek en vergelijking technieken

2.3.1. Toegepaste bemonsteringsapparatuur, vergelijking Reineck-box corer/Van Veen-happer wat betreft penetratie en bemonsterd oppervlak

Er is gewerkt met meerdere bemonsteringsapparaten: diverse Van Veen-bodemhappers en twee identieke, onder supervisie van het NIOZ voor BOVO vervaardigde, Reineck-box corers (Kastengreifers) met een cilindrische steekbuis (zie tabel 3).

De VV-happer is een veel lichter, veiliger en gemakkelijker inzetbaar instrument dan de RN-box corer. Bovendien is de bemonsterde oppervlakte van de doorgaans toegepaste VV-happer 2 tot 3 maal zo groot als die van de RN-box corer, hetgeen bij een even grote steekdiepte in het sediment gunstig is voor een dichtheidsschatting, wanneer de happer goed functioneert.

Toch werd de bemonstering bij voorkeur uitgevoerd met de RN-box corer, omdat hiervan, in een gebied als de Voordelta, waar fijn zand algemeen voorkomt, een grotere penetratie en een minder verstoord bodemonster kan worden verwacht dan bij toepassing van de VV-happer (met penetratie wordt bedoeld de steekdiepte in de bodem t.o.v. het grensvlak met de waterkolom = bodemoppervlak).

In tabel 4 en figuren 3a en 3b wordt de penetratie in het sediment vergeleken tussen beide bemonsteringstechnieken. Er is uitgegaan van monsterplaatsen van de tweede tocht, waar enerzijds de penetratie van de box corer bekend is (afgelezen met behulp van een kijkglas in de cylinder) en anderzijds de penetratie van de VV-happer berekend kan worden (uit een aan boord afgelezen maat; zie bijlage 1).

De penetratiediepte van de RN-box corer is significant positief gecorreleerd met die van de VV-happer (produkt-moment correlatie: $r=0,625$; $N=151$; $P<0,001$).

Figuur 3a bestaat uit de samengevoegde histogrammen voor de penetratie (bij $x=0$ ligt het grensvlak bodem/waterkolom) en geeft een relatieve

indruk van het verschil in penetratie bij gebruik van deze bemonsteringstechnieken in de Voordelta. De gemiddelde penetratie is bij de RN-box corer 26 cm en daarmee aanzienlijk hoger dan bij de VV-happer (11 cm; vgl. tabel 4).

2.3.2. Vergelijking Reineck-box corer/Van Veen-happer wat betreft schattingen van bodemdierendichtheden

Bodemdiergegevens zoals dichtheid of biomassa worden doorgaans niet per volume-eenheid maar per oppervlakte-eenheid uitgedrukt. Dit houdt in dat, om een goed beeld te krijgen, er zo diep moet worden bemonsterd dat alle individuen van een macrozoöbenthossoort gevangen kunnen worden. De meeste bodemdieren bevinden zich doorgaans in de bovenste cm's van het sediment, maar van sommige soorten is bekend dat een aanzienlijk deel van de populatie zich dieper in het sediment kan ophouden of dat de grotere oudere en zwaardere (biomassa) exemplaren van een soort zich, al of niet in samenhang met het seizoen, dieper in het sediment kunnen bevinden. In deze gevallen kan de bemonsteringstechniek de schattingen van populatiekarakteristieken zoals dichtheid en biomassa per oppervlakte-eenheid belangrijk beïnvloeden. Soorten waar bij dit in de Voordelta zou kunnen optreden zijn o.a. Arenicola marina, Nephtys-soorten, Mya arenaria en Tellina fabula.

In sommige gevallen blijven er zelfs exemplaren van sommige soorten buiten het bereik van de RN-box corer in de bodem.

Voor twee bemonsteringstechnieken, die vergelijkbaar zijn met de bij BOVO toegepaste RN-box corer en VV-happer, zijn door Beukema (1974) de verschillen onderzocht in de daarmee verkregen schattingen van dichtheid en biomassa voor macrozoöbenthossoorten. Bij dat onderzoek was de penetratiediepte van de VV-happer doorgaans lager dan het gemiddelde van 11 cm in de Voordelta (de mediane korreldiameter lag in zijn onderzoeksgebied tussen 2.65 en 2.20 phi (160-220 μ)). Bij een penetratie van de VV-happer van minstens 5 cm werden de meeste soorten vrijwel compleet bemonsterd. Bij een penetratie van 5-7,5 cm werden voor de soorten Nephtys sp. en Lanice conchilega nog belangrijke dichtheidsverschillen (VV-happer lager) geconstateerd, terwijl zich bij de soorten Lanice conchilega en Tellina fabula een belangrijk deel van de biomassa van de populatie dieper in het sediment bevond dan de penetratiediepte van de VV-happer, waardoor deze techniek tot onderschatting van de biomassa per oppervlakte-eenheid leidde.

Om na te gaan in hoeverre het geoorloofd is om in de Voordelta de met behulp van een VV-happer verkregen dichtheidsresultaten met die uit RN-boxen te combineren zijn de beide dichtheidsschattingen met elkaar vergeleken.

Voor 71 monsterplaatsen van de tweede tocht (voorjaar 1985) zijn zowel de VV-happen als de RN-monsters uitgewerkt (vgl. tabel 15). Per soort is voor alle monsterplaatsen, waar de soort in beide of in één van beide monsters is aangetroffen, een paarsgewijze t-toets uitgevoerd op de log-getransformeerde dichtheidsschattingen, om na te gaan of het

verschil van de dichtheidsschattingen significant van nul afwijkt (de alternatieve hypothese is dat de dichtheidsverhouding tussen de niet-getransformeerde dichtheidsschattingen ten gunste van de RN-box corer uitvalt: de VV-happer mist een bepaalde fractie i.v.m. de geringere penetratie). Dit is alleen gedaan voor de soorten die op minstens 20 van de 71 monsterplaatsen voorkomen, omdat anders het onderscheidingsvermogen van de toets te laag wordt. Ook het jaargetijde kan een rol meespelen: bij lage voorjaarsdichtheden zijn verschillen moeilijker waarneembaar en aantoonbaar.

De resultaten hiervan zijn behalve per soort ook voor enkele soorten-groepen vermeld in tabel 5.

In enkele gevallen worden er significante ($P \leq 0,05$) positieve verschillen gevonden (d.w.z. een hogere dichtheid in de RN-box), nl. bij Magelona papillicornis, Nephtys cirrosa en Urothoe poseidonis en bij de systematische groepen polychaeten en amphipoden. In geen van de gevallen wordt er een significant negatief verschil gevonden.

Voor de totale dichtheid (alle tot het macrozoöbenthos gerekende individuen, ongeacht hun grootte, gesommeerd per oppervlakte-eenheid) wordt er een significant positief verschil ten gunste van de RN-box corer gevonden tussen de met beide technieken verkregen resultaten (zie ook de figuur 3c, op log-schaal).

Zowel de dichtheid van een soort(engroep) in de Reineck-box als die in de VV-hap is een aan een kansverdeling onderhevige grootte en is niet door de onderzoeker in te stellen. Daarom kan het verband tussen beide grootheden niet met een gewone lineaire (model-I) regressie geschat worden.

In verband hiermee is om, voor de totale dichtheid, het verband tussen beide schattingen te onderzoeken een andere benadering gekozen: voor de beide grootheden, uitgedrukt in dezelfde log-getransformeerde schaal, is een principale componentenanalyse toegepast (2-dimensionaal geval) waarbij de eerste, principale as (eigenvector) als regressievergelijking is beschouwd, terwijl verondersteld is dat de tweede as a.h.w. de "ruis" representeert.

Bij deze aanpak komt als aanwijzing naar voren dat de VV-happer de totale dichtheden iets onderschat in vergelijking met de RN-box corer.

Het verschil tussen de logaritmisch getransformeerde totale dichtheden (RN-VV) blijkt significant negatief gecorreleerd te zijn met een maat voor de penetratie van de VV-happer (produkt-moment correlatie: $r=0,320$; $N=68$; $P<0,01$). De gebruikte maat is $10 \log (V-V_{\min})$, met V penetratie van VV-happer (cm) en $V_{\min}$ is de minimale penetratie van de VV-happer (3 cm) in de Voordelta. Dit valt te verwachten als bedacht wordt dat de meeste bodemdieren zich in de bovenste cm's van het sediment ophouden en dat het verschil in dichtheid tussen de RN-box en VV-hap dan ook kleiner zal worden naarmate de VV-happer dieper in het sediment penetreert.

De gebruikte VV-happers hebben een 2 tot 3 maal groter bemonsterd oppervlak dan een RN-box en aangezien het aantal soorten stijgt met het bemonsterd oppervlak (vgl. fig. 4, dat is gebaseerd op 148 RN-boxen in

het gehele Voordeltagebied) worden er in de VV-happer naar verwachting meer soorten aangetroffen. Het is dan ook niet verbazingwekkend dat bij een paarsgewijze t-toets blijkt dat het soortenaantal per monster in de VV-happer (bij een significantie niveau van 0,005%) significant hoger is dan in de RN-box (het 95% betrouwbaarheidsinterval voor het verschil in soorenaantal ligt tussen 1,3 en 3,3 soorten, gemiddeld bedraagt het verschil 2,4 soorten; de gemiddelde RN-waarde is 7,4 en de gemiddelde VV-waarde 9,8 soorten (N=71)).

2.4. Statistische aspecten

Bij een onderzoek naar de dichtheid van bodemdieren in een bepaald gebied, zal men zich uiteraard moeten beperken tot het nemen van een steekproef.

Voor een bepaalde soort kunnen de resultaten van de steekproef gepresenteerd worden in de vorm van een histogram of frequentieverdeling. Een voorbeeld is in figuur 5a weergegeven. De informatie die op deze manier gegeven wordt is nog tamelijk uitvoerig. Men zal de behoefte voelen om slechts een "samenvatting" van zo'n frequentieverdeling te presenteren.

Een methode daartoe is de **"box-and-whisker"-plot**. In deze plot (fig. 5b) staan weergegeven:

- het minimum (de laagste waarneming);
- het eerste kwartiel (25% van alle waarnemingen ligt lager);
- de mediaan (de middelste waarneming als de waarnemingen in volgorde van grootte zijn gerangschikt);
- het derde kwartiel (75% van alle waarnemingen ligt lager);
- het maximum (de hoogste waarneming).

Men kan ook volstaan met alleen het geven van een "centrale" maat, dit kan dan zijn:

- de mediaan;
- het aritmetisch gemiddelde;
- het geometrisch gemiddelde.

Wel moet men zich realiseren dat in feite niemand geïnteresseerd is in de steekproef, maar alleen in de werkelijke statistische populatie.

De gemiddelde dichtheid van de steekprofeenheden (de happen) is dan ook een schatter van de werkelijke gemiddelde dichtheid, d.w.z. de gemiddelde dichtheid van alle mogelijke happen die te nemen zijn in het gebied.

Men zal dan naast de (punt-) schatting van het gemiddelde ook de betrouwbaarheid van deze schatting willen geven. Een intervalschatting is bijv. het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Zo'n 95%-betrouwbaarheidsinterval kan alleen berekend worden als het gemiddelde normaal verdeeld is. Bij bodemdieren is de verdeling van de waarnemingen zelf zo scheef dat over het algemeen alleen bij een steekproef van zeer veel waarnemingen ($n > 100$) voor wat betreft het aritmetisch gemiddelde aan deze eis voldaan kan worden (vgl. Axelsson e.a., 1975).

Voor wat betreft het geometrisch gemiddelde wordt al bij veel kleinere steekproeven aan deze eis voldaan voor vele soorten.

In dit rapport wordt dan ook altijd het geometrisch gemiddelde met betrouwbaarheidsinterval (bi) gepresenteerd (figuur 5 c en vgl. Elliot, 1979).

Het geometrisch gemiddelde is geen zuivere schatter voor het theoretisch gemiddelde van een populatie (vgl. Jones, 1954) en moet dan ook als een zelfstandige centrale maat beschouwd worden met eigen eigenschappen. Deze maat hoeft dus niet met het aritmetisch gemiddelde overeen te komen. In veel gevallen wordt ook het aritmetisch gemiddelde gepresenteerd, maar dan uiteraard zonder betrouwbaarheidsinterval. Bij soorten met een extreem scheve verdeling (bijv. met zeer veel nulwaarden en dus een laag frequentiepercentage) moeten ook de betrouwbaarheidsintervallen van het geometrisch gemiddelde met een korrel zout genomen worden.

Eberhardt (1975) onderscheidt twee soorten bemonsteringsprogramma's: beschrijvende en analytische.

In het eerste geval is men alleen geïnteresseerd in een zo betrouwbaar mogelijke dichtheidsschatting voor elke soort in het gehele studiegebied. In het tweede geval zal men van verschillende te onderscheiden deelgebieden een schatting willen krijgen en mogelijke verschillen tussen deelgebieden willen verklaren.

In beide gevallen is het bijna altijd zinvol om te kiezen voor een zogeheten "stratified random sampling" opzet (zie Elliot, 1979) waarbij de monsterpunten per stratum aselekt gekozen worden. Alleen de verdeling van het aantal monsterpunten over de verschillende strata kan in beide benaderingen anders liggen.

In deze studie is bij die verdeling van het aantal monsterpunten over de strata gekozen voor een compromis tussen beide benaderingen (vgl. 2.1). Van der Meer en Seip (in prep.) gaan hier verder op in.

In deze studie is gewerkt met meerdere soorten happers: in hoofdzaak met een Reineck van 0.068 m^2 en een Van Veen van ca. $0,18 \text{ m}^2$ (zie 2.3.).

In figuur 5d is te zien dat het "scheidend" vermogen van beide happers anders ligt. Bij de keuze van dichtheidsklassen is daar rekening mee gehouden (bijv. bij het kiezen van de TWINSPAN-klassen). Een dichtheidsklasse waar alleen VV-happen in terecht kunnen komen is niet wenselijk.

Dit scheidend vermogen werkt uiteraard ook door in de schatting van de gemiddelde dichtheid van een stratum.

(Als bijvoorbeeld in een stratum een soort slechts éénmaal wordt aangetroffen resulteert dit in de volgende geometrisch resp. aritmetisch gemiddelde dichtheid per stratum ("detectielimiet" per stratum):

- geometrisch gemiddelde:

$10^{(10 \log(x+1))/n} - 1$ individuen/ m^2 , waarbij in één monster één exemplaar van een soort is aangetroffen

met: n = aantal monsters per stratum

$x = 1/b$

b = bemonsterd oppervlak (m^2) voor de betreffende techniek

bijv.: met $n = 19$ en $b = 0,068$ 0,16 exemplaren/ m^2

- aritmetisch gemiddelde:

$$\left(\frac{1}{n * b} \right) \text{ individuen / } m^2$$

bijv.: met $n = 19$ en $b = 0,068$ 0,77 exemplaren/ m^2).

2.5. Classificatie en ordinatie

Dit onderzoek richt zich op vele soorten. Een waarneming op één monsterpunt/station kan dan ook opgevat worden als een punt in een s-dimensionale soortsruijnte (figuur 6a) (s is het totaal aantal soorten). Om inzicht te verkrijgen in de wolk van n punten in die s-dimensionale soortsruijnte is gebruik gemaakt van twee "multivariate" technieken.

De eerste techniek TWINSPAN (Hill, 1979b) is een zogeheten classificatietechniek. Met behulp van deze techniek worden de n punten in groepen van wat bodemdierensamenstelling betreft, op elkaar lijkende punten ingedeeld. De indeling gebeurt dichotoom, dat wil zeggen in de eerste stap worden de n punten in twee (deel-) groepen gesplijts. Deze groepen worden de 0-groep en de 1-groep genoemd.

In de tweede stap worden deze beide groepen opnieuw gesplijts in resp. de 00- en de 01-groep en de 10- en de 11-groep. Enzovoort. Ook de soorten worden dichotoom ingedeeld in groepen (figuur 6b).

De tweede techniek DECORANA (Hill, 1979a) is een zogeheten ordinatietechniek. Met behulp van deze techniek wordt (onder meer) de s-dimensionale soortsruijnte teruggebracht naar een nieuwe vier-dimensionale ruijnte.

Globaal gesproken kan gesteld worden dat zoveel mogelijk variantie tussen de n-punten in de s-dimensionale soortsruijnte terecht komt op ("verklaard" wordt door) de eerste nieuwe DECORANA-as (figuur 6c), vervolgens op de tweede, derde en vierde nieuwe as.

De bij elke DECORANA-as behorende eigenwaarde geeft (relatief t.o.v. de eigenwaarden van de overige assen) weer hoeveel variantie door die betreffende as verklaard wordt.

In tegenstelling tot bij andere ordinatie-technieken zal, als de dichtheden van de soorten in de dataset langs één (of meer) abiotische gradiënt(en) het verloop van een optimum curve hebben, bij DECORANA een as ook dan sterk gecorreleerd zijn met zo'n abiotische variabele.

In dit onderzoek worden rangcorrelaties berekend tussen de DECORANA-assen en abiotische variabelen (zie 5.5).

Pielou (1984) en Gauch (1984) gaan uitvoerig in op de achtergronden van de hier genoemde methoden.

RESULTATEN

3. DE ABIOTISCHE FACTOREN

3.1. Inleiding

In combinatie met de bodemdiereninventarisatie (3 BOVO-tochten) in de Voordelta zijn voor sedimentanalyse bodemonsters verzameld. De monsters zijn op het schip beschreven en in het laboratorium geanalyseerd zowel ten behoeve van het bodemdierenonderzoek als voor het in kaart brengen van de bodemsamenstelling in de Voordelta in het algemeen. In bijlage I wordt vermeld hoe de sedimentmonsters verzameld werden. De sedimentgegevens hebben betrekking op de bovenste 15 cm van de zeebodem. Over de, meest recente, abiotische gegevens met betrekking tot de bodem (zoals sedimentsamenstelling, diepte, morfologie en erosie/sedimentatie) wordt gerapporteerd door Van der Weiden (1986a en 1986b) en Weijers (1986).

In de tabellen 24 en 25 worden de bij het bodemdierenonderzoek in beschouwing genomen abiotische variabelen genoemd (zie 3.2).

Ter vergelijking met de bodemdierengegevens worden hier de abiotische gegevens uit voorjaar 1985 ruimtelijk gepresenteerd (op analoge wijze als in hoofdstuk 4 wordt gedaan voor de bodemdierengegevens) per monsterplaats (3.3) en per stratum (3.4). Alvorens hiertoe over te gaan worden de onderlinge correlaties tussen de in beschouwing genomen abiotische variabelen nagegaan (in 3.2). Daarbij komt naar voren welke variabelen onderling relatief weinig gecorreleerd zijn en waarop de aandacht bij de vergelijking met de bodemdierengegevens in eerste instantie gericht zal worden.

Er bestaat doorgaans een duidelijk verband tussen de sedimentkarakteristieken in een dynamisch zeegebied (zoals de Voordelta) en het voorkomen van bodemdieren (zie Creutzberg e.a., 1982 en Seip, 1984).

Het sediment laat vaak als het ware een weerslag zien van de condities met betrekking tot stroming en golfwerking ter plaatse. Slib (en organische stof (deels potentieel voedsel)) kan alleen op rustige plaatsen voor langere tijd bezinken. Lokaal wordt het slib-verspreidingspatroon (tijdelijk) door menselijk ingrijpen beïnvloed, denk hierbij aan bagger- en dumpingswerkzaamheden.

De sedimentkarakteristieken geven ook informatie over de fysieke geschiktheid van het sediment als leefruimte voor bijvoorbeeld (gangen-) gravende bodemdieren of zware schelpdieren.

Hoewel het sediment een zeer belangrijke factor vormt in relatie tot de verspreiding van bodemdieren, kunnen andere abiotische factoren (plaatselijk) in het onderzoeksgebied een rol spelen. Daarbij kan o.a. gedacht worden aan kwaliteitsfactoren van het bovenstaande water en het interstitiele water, bijvoorbeeld voedselrijkdom in het water, aandeel van bruikbaar organisch materiaal in de zwevende stof, troebelheid (beïnvloedt de lichtdoordringing en deze factor heeft invloed

op de bodemalgen), zoutgehalte (-fluctuaties), erosie-/sedimentatiesnelheid.

Gegevens over sommige van bovengenoemde niet gebruikte factoren zijn er wel, maar konden in het kader van dit project niet worden verwerkt. Over de saliniteit kan worden opgemerkt dat deze in de gehele Voordelta bij de bodem van het sublitoraal altijd hoog is, met uitzondering van het in de nabijheid van de Haringvlietsluizen gelegen zeegebied, waar vooral in het voorjaar bij het spuien van grote hoeveelheden zoet water forse zoutgehaltefluctuaties bij de bodem kunnen optreden.

3.2. Correlaties tussen abiotische factoren

Onder de in beschouwing genomen variabelen zijn er enkele variabelen, die eigenschappen van de korrelgrootteverdeling van de zandfractie beschrijven, nl.:

- mediane korreldiameter (D50), een centrale maat voor de verdeling;
- sortering: een spreidingsmaat (zie tabel 6);
- skewness : geeft met het teken de richting en met de absolute waarde de mate van scheefheid van de verdeling aan;
- kurtosis : geeft de mate van getoptheid van de verdeling aan ten opzichte van een normale verdeling.

Er is met de maat de "phi"-eenheid gewerkt (zoals in Wolff, 1973). Deze maat kan worden berekend door de formule $-2\log X$, met X in mm toe te passen: een kleinere mediane korreldiameter van de zandfractie levert dus een groter getal in phi-eenheden op (bijv. $125 \mu = 3 \text{ phi}$ en $300 \mu = 1,74 \text{ phi}$, zie ook tabel 6).

Een indruk van de onderlinge correlaties kan verkregen worden uit de correlatiematrix voor de beschouwde sedimentvariabelen en de diepte.

De volgende zaken vallen op bij de correlatiematrix (tabel 7):

- met het slibgehalte zijn zeer sterk positief gecorreleerd: het lutum-, het organische stof- en het kalkgehalte;
- de mediane korreldiameter van de zandfractie (D50 in phi) is sterk negatief gecorreleerd met de skewness. De D50 is positief gecorreleerd met het organische stofgehalte;
- de sortering is sterk negatief gecorreleerd met de kurtosis en positief gecorreleerd met het kalkgehalte en de diepte ten opzichte van NAP;
- het kalkgehalte is sterk positief gecorreleerd met de groep van met het slibgehalte gecorreleerde variabelen.

In eerste instantie lijken de volgende variabelen onderling relatief weinig gecorreleerd: het slibgehalte, de mediane korreldiameter (D50), de sortering en de diepte. Op deze variabelen wordt de aandacht in eerste instantie gericht bij de vergelijking met de bodemdierengegevens (zie bijv. 5.3). Er blijft voor deze factoren de in tabel 8 vermelde deel-correlatiematrix over.

3.3. Kaarten

In de figuren 1 en 7 t/m 9 zijn enkele abiotische gegevens ruimtelijk uitgezet in klassen: er worden overzichtskaartjes gegeven voor de mediane korreldiameter, de sortering, het slibgehalte $< 50 \mu$, het lutumgehalte $< 2 \mu$ en het organische stofgehalte en de diepte ten opzichte van N.A.P.

De sedimentgegevens zijn afgeleid uit de sedimentmonsternamen tijdens de tweede tocht (1985-1). Niet van alle (173) monsterplaatsen waarvoor bodemdierengegevens bekend zijn, zijn sedimentmonsters uitgewerkt en niet voor alle (167) monsterplaatsen waarvoor de sedimentgegevens bekend zijn, zijn de bodemdierengegevens bekend (nl. voor 152 van de 167), zodat de sedimentkaartjes niet exact overlappen met de bodemdierenverspreidingskaartjes. Het organische stofgehalte is niet voor alle monsters, waarvoor sedimentanalyses zijn uitgevoerd bepaald (nl. op 128 van de 152 monsterplaatsen).

3.4. Vergelijking tussen de strata

Tabel 9 geeft in woorden een samenvattend vergelijkend overzicht voor de in beschouwing genomen abiotische factoren, waarvoor in de figuren 10 t/m 13 en die in bijlage 2 voor de strata een beeld wordt gegeven van de verdeling van de waarnemingen per factor (door middel van "box-and-whisker" plaatjes).

4. DE DICHTHEIDSSCHATTINGEN VAN DE BODEMDIEREN

4.1. Inleiding

De bodemdierendichtheden kunnen per station of monsterplaats ruimtelijk worden weergegeven. Dit komt ter sprake in 4.2. (Kaartjes voor enkele abiotische variabelen kwamen aan de orde in 3.3.).

In 4.3 worden de strataindelingen en de bodemdierendichtheden per stratum en voor het gehele gebied besproken (zie schema figuur 2 en ook 2.1). (De vergelijking tussen de strata wat betreft enkele abiotische variabelen is het onderwerp van 3.4.).

Dichtheidsschattingen worden dus per station/-monsterplaats, per stratum en voor het gehele gebied gepresenteerd (zie schema figuur 14).

Er zijn bij de berekeningen geen correcties toegepast op de VV-dichtheidsresultaten i.v.m. de vergelijking RN/VV (vgl. 2.3.2).

4.2. De verspreidingskaarten - bodemdierendichtheden per station (1984) en per monsterpunt (1985).

De verspreidingskaarten zijn voor 1984 en 1985 te vinden in bijlage 3. Voor een aantal, tussen de strata differentiërende soorten worden voor 1985-1 kaartjes gegeven in de figuren 15 t/m 22.

Er zijn ook kaartjes gemaakt voor het totale aantal soorten en de totale dichtheid per station/monsterplaats (zie figuren 23 en 24 en bijlage 3). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de toegepaste bemonsteringstechnieken: in deze figuren zijn de uit de VV-hap afgeleide waarden met andere symbolen aangeduid en deze zijn hier alleen gegeven voor de stations waarvan RN-gegevens ontbreken. Bij de interpretatie van deze kaartjes moet er rekening mee worden gehouden dat er bij de VV-happer, i.v.m. het 2 tot 3 maal zo grote bemonsterde oppervlak, een grotere kans is om soorten aan te treffen dan bij de RN-box corer. I.v.m. de betere monsternamen kan de (totale) dichtheid per m^2 bij de RN juist hoger uitvallen dan bij de VV-happer (vgl. 2.3).

Uit deze kaartjes (zie ook bijlage 3) komt naar voren dat er in het najaar van 1984 en het voorjaar van 1985 zowel relatief weinig soorten per monster als individuen per m^2 worden aangetroffen in de monding van de Westerschelde (o.a. Wielingen; in hoofdzaak fijn zand met een hoog slibgehalte en een hoog zwevend stofgehalte in de waterkolom), in grote delen van de Vlakte van de Raan (vgl. stratum V op overlay 1; fijn zand met middelmatig slibgehalte en hoog zwevend stofgehalte in de waterkolom) en in delen van de Oosterscheldemonding (i.v.m. hoge stroomsnelheden lage slibgehaltenes in medium zand).

- Dit laatste ligt niet aan het feit dat in de Oosterscheldemonding vrijwel uitsluitend met VV-monsters is gewerkt, want de VV-happer blijkt bij de tweede tocht (1985-1) in de Oosterscheldemonding, waar in een deelgebied uitsluitend VV-happen genomen konden worden, relatief goed gewerkt te hebben evenals in de, veel slibrijkere Westerscheldemonding. -

Bij de vergelijking van de verspreidingspatronen tussen soorten onderling kunnen de met behulp van TWINSPAN geordende dichtheidstabellen (in 4.3.1.1 voor 1984 en in 4.3.1.2 voor 1985) als leidraad worden aangehouden.

Uit deze vergelijking kan worden opgemaakt:

- dat de verspreidingspatronen van sommige soorten in grote mate overlappen: samenvallende patronen bijvoorbeeld bij de soortenparen Spiophanes bombyx/Urothoe poseidonis en Echinocardium cordatum/Montacuta ferruginosa;
- dat voor andere soorten vooral de monsterplaatsen waar de hoogste dichtheden per soort worden aangetroffen overlappen zoals bij Spiophanes bombyx/Tellina fabula;
- dat er soorten zijn die juist een, min of meer, complementair verspreidingspatroon vertonen zoals bij de volgende combinaties van onderling verwante soorten: Anaitides groenlandica/Anaitides mucosa, Nephtys cirrosa/Nephtys hombergii en Urothoe brevicornis/Urothoe poseidonis (vgl. de figuren 15 t/m 18 en zie 6).

Eenzijds kunnen de bodemdierenverspreidingspatronen vergeleken worden met het ruimtelijk beeld van abiotische variabelen (zie 3). In hoofdstuk 5 wordt anderzijds, los van de geografische ligging, naar correlaties gezocht tussen de aanwezigheid van bodemdieren en de waarden van enkele abiotische milieufactoren. Hieruit kunnen aanwijzingen worden verkregen voor, al of niet door interacties met het biotische milieu beïnvloede, "preferenties" van bodemdieren voor bepaalde abiotische omstandigheden. Deze "voorkeuren" kunnen tussen de soorten onderling vergeleken worden en kunnen ook als ingang worden gebruikt bij het bekijken van de bodemdieren-verspreidingskaartjes.

(Een globale vergelijking op stratum- en gebiedsniveau tussen de naar verwachting onderling gecorreleerde dichtheidsschattingen van het najaar van 1984 en het daaropvolgende voorjaar van 1985 wordt in 4.3.2.2 besproken).

4.3. De strata - dichtheidsschattingen per stratum en voor het gehele gebied.

4.3.1. De strata-indeling 1984 en 1985

4.3.1.1. De TWINSPAN-classificaties 1984 (voorlopig en definitief)

In tabel 10 zijn de TWINSPAN-resultaten (zie 2.5) weergegeven die gebruikt zijn bij het vaststellen van de strata voor de tweede tocht. Omdat op het moment dat deze strata bepaald moesten worden nog niet van alle stations de gegevens beschikbaar waren, moest worden uitgegaan van een voorlopige gegevensset voor 56 stations. De overige 8 stations zijn, in verband met de tijdsdruk, later met de hand (d.w.z. zonder een nieuwe TWINSPAN-analyse) aan de reeds gevormde TWINSPAN-clusters toebedeeld.

Er is gewerkt met een selectie van 33 soorten, die op minstens 3 van de 64 stations zijn aangetroffen en waarvan de gemiddelde dichtheid op de 64 stations minstens 2 individuen per m² is.

In figuur 25 zijn de clusternummers geografisch weergegeven (de genoemde 8 met de hand toebedeelde stations zijn met een min-teken aangegeven). De bijbehorende strata-nummers worden met Romeinse cijfers aangeduid (overlay 1).

Bij het ruimtelijk weergeven van de TWINSPAN-resultaten bleek dat de stations die tot een cluster behoren (cluster-leden) geografisch bijeenliggen in een of meer groepen, hetgeen de mogelijkheid opende om, op basis van de TWINSPAN-clusters, ruimtelijke strata te onderscheiden en een hierop gebaseerde "stratified random" bemonsteringsstrategie toe te gaan passen (dit resultaat is in hoofdstuk 2 reeds aan de orde geweest).

Bij de interpretatie van de TWINSPAN-resultaten is een van de twee bij de eerste splitsing ontstane stationsgroepen niet verder onderverdeeld; verder onderscheid binnen deze minst individuen- en soortenrijke cluster werd niet zinvol geacht (rechts in tabel 10; cluster 6 correspondeert met stratum VI). De andere stationsgroep werd in drie clusters gesplitst: nl. de clusters 1, 2/3 en 4/5. De stations die behoren tot de twee grootste daarvan (2/3 en 4/5) bleken in beide gevallen uit twee ruimtelijk bijeenliggende groepen stations te bestaan, die bij de strata-indeling als aparte strata zijn opgevat (nl. resp. de strataparen II, III en IV, V). De op elkaar gelijkende stations lagen weliswaar in groepjes bijeen, maar de onderlinge afstand tussen de 64 stations was erg groot. Dit bemoeilijkt het leggen van grenzen tussen de strata. Voor zover recente gedetailleerde informatie over de bodemsamenstelling voorhanden was, is deze gebruikt, rekening houdend met de abiotische gegevens per stratum. Voorts zijn in enkele gevallen dieptelijnen gebruikt. De werkwijze is schematisch terug te vinden in figuur 2.

Uit tabel 10 komt naar voren dat er in cluster 1 vele soorten ontbreken die in de overige clusters wel voorkomen en dat de overige drie clusters van links naar rechts (2/3 naar 4/5 naar 6) a.h.w. een verarming in soorten en individuen laten zien, waarbij steeds minder soorten uit de groep voorkomen.

De oppervlakte van de strata bij strata-indeling 1984 is te vinden in tabel 11.

Tabel 12 en kaartje figuur 26 hebben betrekking op de meest recente dichtheidsgegevens. Alle soorten die op minstens 1 station werden aangetroffen doen bij deze TWINSPAN-classificatie mee (64 stations en 79 soorten).

Uit een vergelijking van de kaartjes (figuren 25 en 26) blijkt dat deze resultaten onderling grote overeenkomsten vertonen, ondanks het feit dat er in het laatste geval veel meer soorten bij de analyse betrokken zijn.

4.3.1.2. De TWINSPAN-classificaties 1985-1 (voorlopig en definitief)

Voor een groot deel van de monsters waren telgegevens beschikbaar op het moment dat de derde tocht gepland moest worden.

In tabel 13 en figuur 27 zijn de voorlopige TWINSPAN-resultaten weergegeven voor de tweede tocht op basis van deze voorlopige dichtheidsgegevens van 163 monsterplaatsen en een selectie van 46 soorten.

Als selectiecriteria zijn gebruikt:

- de soort is op minstens 5 monsterplaatsen aangetroffen en is bovendien, op de plaatsen waar hij voorkomt, gemiddeld met meer dan 1 individu per 0.068 m² aanwezig, of
- de soort is op meer dan 10 monsterplaatsen aangetroffen.

Hierbij zijn in hoofdzaak dichtheidsschattingen gebruikt, gebaseerd op RN-boxen; voor een aaneengesloten gebied in de Oosterscheldemonding zijn voor een aantal monsterpunten de uit VV-happen afkomstige gegevens gebruikt, omdat RN-boxen daar ontbraken (vgl. figuur 24).

Uit deze TWINSPAN-resultaten zijn de nieuwe strata afgeleid die zijn gebruikt bij de opzet van de derde tocht (1985-2)(zie 2.1).

Bij de interpretatie van het kaartje waarin de monsterpunten met hun clusternummers (1-10) zijn aangegeven (figuur 27) werd een 14-tal "deelgebieden" (ruimtelijke bijeenliggende groepen monsterpunten) onderscheiden, waarvan de punten in hoofdzaak tot een (of meerdere verwante) cluster(s) behoorden. Vervolgens werden een aantal van deze ruimtelijk gescheiden deelgebieden samen tot een stratum gerekend, waarbij een indeling in 10 strata resulteerde: de bij de monsternamen van de derde tocht (1985-2) gebruikte strata-indeling-1985. Bij het al of niet samennemen van deelgebieden in een stratum zijn de dichtheden per apart deelgebied en van de samengenomen deelgebieden met elkaar vergeleken, waarbij is gelet op de verandering in de variantie van de log-getransformeerde dichtheden die optrad bij het samenvoegen. Overlay 2 geeft deze strata-indeling in 10 strata weer.

Uiteindelijk kon worden beschikt over de gegevens voor alle monsterpunten.

Tabel 14 en figuur 28 geven de resultaten weer van een TWINSPAN-analyse waarbij meer monsterpunten (173) en soorten (78) betrokken zijn. Alle soorten die op minstens 2 monsterplaatsen werden aangetroffen, werden bij de analyse betrokken. Bij de berekening van de dichtheden is hierbij uitgegaan van de gemiddelde waarde van de dichtheid in de RN-box en die in de VV-hap, voor zover de gegevens over deze beide monsters beschikbaar waren en voor de overige monsterpunten van het beschikbare monster (RN-box of VV-hap.).

De VV-happen bevatten veelal iets meer soorten per monsterpunt en dit levert extra informatie op bij de classificatieprocedure (vgl. 2.3.2). Met deze opzet is voor een zeventigtal monsterpunten de schatting op een groter bemonsterd oppervlak gebaseerd dan wanneer alleen van een RN-box of een VV-hap uitgegaan zou zijn (vgl. tabel 15). Dit leek in dit geval geoorloofd te zijn, omdat bij vergelijking van beide tech-

nieken voor de meeste soorten geen belangrijke verschillen in dichtheidsschattingen werden gevonden (zie 2.3.2).

De beide TWINSpan-resultaten met betrekking tot de tweede tocht vertonen onderling een grote overeenkomst. Bij de vergelijking kan het beste uitgegaan worden van het ruimtelijk beeld van beide clusteranalyse-resultaten (bijv. de figuren 27 en 28). Verschillen doen zich met name daar voor waar de informatie per monsterplaats slechts door enkele soorten wordt bepaald en waar de toedeling van een monsterpunt aan een cluster daardoor meer arbitrair wordt (grotere kans op misclassificatie).

Uit een vergelijking met de onder 4.3.1.1 genoemde resultaten blijkt, dat in grote lijnen hetzelfde ruimtelijke patroon van najaar 1984 in het daaropvolgende voorjaar (1985-1) nog aanwezig is. Dit is te verwachten, wanneer de mortaliteit en migratie - er treedt in de tussenvolgende periode nagenoeg geen reproductie op - niet al te ingrijpend zijn.

4.3.2. De soorten per stratum

4.3.2.1. De dichtheidsschattingen 1985-1

Het onderzoeksgebied is niet alleen in verband met efficiëntie-overwegingen (het met zo weinig mogelijk inspanning verkrijgen van een zo betrouwbaar mogelijk beeld van de dichtheden in het gehele gebied) maar ook vanwege het goed kunnen beschrijven van ruimtelijke eenheden in strata ingedeeld (zie tabel 11 en overlay 1).

Om de beschrijving van de strata te verhelderen zijn per stratum (en voor het gehele gebied) voor de frequente soorten zowel de frequentie als een intervallschatting voor de geometrisch gemiddelde dichtheid en een puntschatting voor de aritmetisch gemiddelde dichtheid grafisch weergegeven (zie figuren 29 t/m 35).

Daarmee wordt een beeld verkregen van de soortensamenstelling, het aantal frequente soorten, de dichtheid van de frequente soorten en de dichtheidsverhoudingen daartussen. In verband met de overzichtelijkheid worden alleen de frequente soorten gepresenteerd, met als selectiecriteria een bepaald frequentiepercentage (presentie %) (d.w.z. het relatieve aantal van de monsters waarin de soort is aangetroffen). Dit criterium is afhankelijk van het bemonsterd oppervlak per monster gekozen, omdat de trefkans van een soort toeneemt bij een groter bemonsterd oppervlak. De gebruikte criteria worden genoemd in de figuurhoofden van de figuren 29 t/m 35.

De soortnaamafkortingen zijn alfabetisch per systematische groep gerangschikt en voorzien van een soortnummer, een code voor de systematische groep en een voedingswijze-code (zie tabel 1).

In beginsel is bij het berekenen van de dichtheidsschattingen de voorkeur uitgegaan naar de uit de RN-boxen afkomstige gegevens, omdat die het meest betrouwbaar worden geacht (zie 2.3.2). Noodgedwongen zijn

voor stratum VI, waarvan een aaneengesloten deelgebied in de Oosterscheldemonding niet met de box-corer kon worden bemonsterd, gegevens uit de VV-happen als aanvulling gebruikt (zie tabel 15 en figuur 24). Op de schattingen voor het gehele Voordelta-gebied drukt stratum VI, in verband met zijn grote oppervlakte-aandeel, een sterk stempel (vgl. tabel 11).

Gezien de in 2.3.2. vermelde resultaten worden er echter geen grote fouten verwacht.

In het onderstaande worden de strata onderling vergeleken wat betreft het voorkomen daarin van de meer (plaatselijk) algemene soorten. Er wordt uitgegaan van de voor de RN-serie uit het voorjaar van 1985 berekende gegevens (zie tabel 15A), die uitgezet zijn in de figuren 29a en b voor het gehele gebied en de figuren 30 t/m 35 voor de strata.

Onder **algemene soorten** wordt dan verstaan soorten die per stratum op meer dan 20% van de monsters voorkomen en waarvan de benedengrens van het 95%-bi van de geometrisch gemiddelde dichtheid voor het stratum minstens op 0,5 individuen/m² ligt of die in het gehele gebied een (naar oppervlakte gewogen) frequentie hebben van meer dan 9% en waarvan de benedengrens van het 95%-bi op een dichtheid van minstens 0,4 individuen/m² ligt.

In tabel 16 staan deze soorten vermeld. In bijlage 4a zijn voor de meest algemene soorten de dichtheden grafisch uitgezet.

In het hele gebied zijn er volgens de genoemde criteria 14 algemene soorten onderscheiden.

In tabel 18 worden de dichtheden van soortengroepen tussen de strata vergeleken.

In tabel 17 worden de (op de voorafgaande tocht gebaseerde) strata onderling vergeleken op basis van de algemene soorten zoals hierboven gedefinieerd (zie tabel 16).

De strata I en VI herbergen, in het voorjaar van 1985, slechts enkele algemene soorten en vertonen weinig overeenkomst in het voorkomen van algemene soorten met de overige strata. Stratum VI heeft, in dit opzicht, nog het meest gemeen met stratum IV: 4 van de 13 algemene soorten in beide strata komen in stratum VI, in relatief lage dichtheden, voor.

De ruimtelijk aan elkaar grenzende strata II en IV vertonen grote gelijkenis (10 van de 14 algemene soorten hebben zij gemeen) en in deze strata, die in het noordelijk deel van de Voordelta gelegen zijn, worden de hoogste aantallen algemene soorten (resp. 11 en 13 soorten) aangetroffen, in relatief hoge dichtheden.

Zoals te verwachten is op grond van de manier waarop de strata zijn afgeleid uit clusters berekend op basis van voorgaande tocht (in 1984) (zie tabel 10 en figuur 25) lijken ook de strata II en III (7 van de 14 soorten gemeen) en IV en V (6 van de 15) op elkaar. Stratum II en V hebben 6 van de 13 algemene soorten gemeenschappelijk. Stratum III lijkt iets meer op stratum IV (7 van de 16) dan op stratum V (4 van de 14).

4.3.2.2. De vergelijking in dichtheden tussen 1984 en 1985-1

Bij de presentatie van de dichtheidsgegevens van de eerste tocht (zie figuur 29c) is, om de vergelijking met de tweede tocht te vergemakkelijken, de strata-indeling gebaseerd op de gegevens van de eerste tocht gehanteerd. Statistisch gezien klopt deze handelwijze niet, omdat de stations van de eerste tocht niet random gekozen zijn en de strata niet vooraf bepaald zijn. De strata-indeling is gekozen op basis van een clusteranalyse van de 1984-gegevens, waardoor de statistische grootheden (zoals gemiddelden en varianties) voor de 1984-gegevens zijn beïnvloed; wat betreft soortensamenstelling en dichtheden op elkaar gelijkende stations zijn immers in dezelfde clusters terechtgekomen. De voor de eerste tocht gepresenteerde 95%-bi's van de geometrisch gemiddelde dichtheid moeten dan ook meer als indicaties worden opgevat. Er is dan ook slechts een globale vergelijking tussen de dichtheidsgegevens van najaar 1984 en voorjaar 1985 geoorloofd. Daarbij kan de aandacht gericht worden op gevallen waarbij de bi's elkaar niet of slechts weinig overlappen. Alleen het gehele gebied en de strata IV en VI (met in 1984 resp. 14 en 28 stations) komen voor een vergelijking in aanmerking; de andere strata omvatten te weinig stations.

Bij de vergelijking kan worden uitgegaan van de 1984-waarnemingen voor ≥ 3 monsters per station, d.w.z. de (aritmetisch) gemiddelde dichtheid per station gebaseerd op minstens 3 monsters.

Bij de interpretatie moet rekening worden gehouden met het feit dat het merendeel van de 64 stations met een VV-happer is bemonsterd, terwijl de RN-serie van 1985-1 (zie tabel 15A) in hoofdzaak uit boxcores bestaat.

De gemiddelde monstergrootte bedraagt voor het gehele gebied:

1984- ≥ 3 monsters: $0,46 \text{ m}^2$

1985-1 RN-serie : $0,08 \text{ m}^2$

De verwachting is dat de dichtheden in het voorjaar van 1985 lager zijn dan in het daaraanvoorafgaande najaar. Daarbij wordt er van uitgegaan, dat er in de tussenliggende periode geen reproductie heeft plaatsgevonden, dat migratie geen belangrijke invloed heeft op de dichtheden in het gebied en dat er, zeker in een strenge winter zoals die van 1984/85 (op zijn minst bij sommige soorten die daar gevoelig voor zijn een aanzienlijke) mortaliteit zal zijn opgetreden.

Bij de vergelijking is uitgegaan van de soorten die in de 1985-figuren (RN-serie) zijn afgebeeld. Let op het schaalverschil tussen de plaatjes voor 1984 voor het gehele gebied enerzijds (figuur 29c) en de strata anderzijds (zie bijlage 4d).

Uit de vergelijking van de figuren 29 en bijlage 4d valt op te maken:
Hele gebied:

- mede in verband met het grotere bemonsterde oppervlak per station is het presentie-percentages voor de soorten in 1984 hoger;
- in 1985 zijn de bi's iets smaller dan in 1984, hetgeen samenhangt met het geringere aantal monsterlocaties in 1984 (let ook op df);

- de bi's voor de soorten Capitella capitata en Nephtys cirrosa (en in mindere mate Urothoe poseidonis, Spiophanes bombyx, Echinocardium cordatum, Tellina fabula en Spisula subtruncata) liggen in 1985 (i.v.m. sterfte?) lager. Voor Scoloplos armiger, een soort met vroege voortplanting, is het omgekeerde het geval. De overige algemene soorten vertonen een grote overlap van bi's.

De meeste strata, met uitzondering van de strata IV en VI, bevatten slechts een gering aantal stations, waardoor erg brede bi's resulteren.

Stratum IV:

- Scoloplos armiger en Nephtys hombergii lijken in 1985 in een hogere gemiddelde dichtheid voor te komen. De overige algemene soorten hebben ongeveer gelijke intervalschatten in beide jaren.

Stratum VI:

- de soorten Nephtys cirrosa en Bathyporeia elegans lijken in 1985 in lagere dichtheden voor te komen. De overige algemene soorten hebben in grote mate overlappende bi's in de beide jaren.

Geconcludeerd kan worden uit deze vergelijking tussen de gegevens van de eerste en de tweede tocht dat er geen sprake blijkt te zijn van een eenduidige dichtheidsafname van de algemene soorten gedurende de winterperiode, zoals die werd verwacht. Alleen bij Capitella capitata en Nephtys hombergii lijkt de dichtheid in 1985 iets afgenomen te zijn, terwijl Scoloplos armiger daarentegen in dichtheid toegenomen lijkt te zijn.

Bij de 1985-bemonstering zijn de bi's voor het gehele gebied in geringe mate smaller; in 1984 is de meeste bemonsteringsinspanning op het door zijn oppervlakte zwaarwegende stratum VI gericht. De bi's per stratum zijn in 1985 aanzienlijk smaller dan bij de stationsbenadering van 1984 (≥ 3 monsters).

4.3.3. Dichtheidsvergelijking tussen de strata en per soort

In tabel 16 is voor de meest algemene soorten een relatieve indicatie gegeven van de geometrisch gemiddelde dichtheid, waarin de soort in de verschillende strata is aangetroffen (zie ook tabel 27).

Deze informatie is afgeleid uit de figuren van bijlage 4a, waarin een intervalschatting voor de geometrisch gemiddelde dichtheid (evenals het aritmetisch gemiddelde, voorzover deze op de schaal past) voor de strata en voor het gehele gebied is uitgezet op een per soort aangepaste niet-logaritmische schaal.

De terug-getransformeerde bi's zijn a-symmetrisch ten opzichte van het geometrisch gemiddelde.

De strata kunnen ook vergeleken worden voor soortengroepen, die zijn samengesteld op basis van systematische verwantschappen of op grond van voedingswijze-criteria (zie tabel 18 en bijlage 4b).

De tabellen 16 en 18 kunnen vergeleken worden met tabel 9, waarin de abiotische factoren tussen de strata worden vergeleken (zie 3.4 en 4.3.2). In figuur 53 zijn de totale dichtheden per stratum uitgezet.

5. DE CORRELATIE TUSSEN DE ABIOTISCHE FACTOREN EN HET VOORKOMEN VAN DE BODEMDIEREN

5.1. Inleiding

In de voorafgaande hoofdstukken 3 en 4 wordt een ruimtelijk beeld gegeven van de waarden van enkele abiotische variabelen en de dichtheden, enerzijds in de vorm van kaartjes en anderzijds per stratum. Om de aangetroffen bodemdierenverspreidingspatronen beter te kunnen interpreteren, met name die van de tweede tocht, is er op verscheidene manieren gezocht naar correlaties tussen de abiotische (vooral sediment) karakteristieken van de monsterplaatsen en de ter plaatse aangetroffen bodemdieren. Dit is onafhankelijk van de ruimtelijke ligging en dus ook ongeacht de strata-indeling gebeurd. Daarbij zijn de abiotische omstandigheden op de monsterplaatsen, waar de soort voorkomt vergeleken met de "gemiddelde" omstandigheden in het gehele gebied (zie 5.2.1. en 5.2.2.). (Een vergelijking met de gegevens van Wolff wat betreft de trefkans van een soort in een bepaalde ecologische klasse komt in de Discussie (zie 6.) aan de orde).

Voorts is ook de dichtheid per monster erbij betrokken: voor een aantal soorten is grafisch nagegaan in hoeverre de variatie in bodemdierendichtheden samenhangt met de waarde van een tweetal, onderling weinig gecorreleerde, abiotische karakteristieken per monsterpunt (zie 5.3).

Ook zijn de stations opgesplitst in een aantal abiotische klassen op basis van mediane korreldiameter en slibgehalte en zijn er per klasse enkele biotische gegevens berekend (zie 5.4).

Tenslotte is er een ordinatie-techniek toegepast op de bodemdierendichtheidsgegevens (zowel voor de eerste als voor de tweede tocht) en is per tocht nagegaan in hoeverre de variatie in de hele dichtheden-dataset voor de Voordelta gecorreleerd is met abiotische factoren (zie 5.5).

5.2. "Preferenties"

Deze titel is misleidend. In feite wordt bekeken in hoeverre de verdeling van de waarden van de abiotische variabelen, zoals gemeten op de monsterplaatsen waar een bepaalde soort is aangetroffen, afwijkt van hetgeen men voor een willekeurige steekproef uit alle monsters voor het gehele gebied zou verwachten.

Het gaat niet zozeer sec om een preferentie voor een bepaalde combinatie van abiotische omstandigheden, maar om de ecologische verspreiding, d.w.z. het voorkomen van een soort onder verschillende ecologische omstandigheden (vgl. Wolff, 1973), zoals die is aangetroffen in het voorjaar van 1985.

Deze verspreiding kan voor een aantal soorten in grote mate ook door interacties met andere soorten (denk bijv. aan: macrozoöbenthos, meiofauna, bodemalgen en vissen; zie 6) tot stand gekomen zijn.

- In andere gebieden met een andere soortensamenstelling kan in principe een afwijkende ecologische verspreiding aangetroffen worden. De correlatie tussen het voorkomen van sommige bodemdierensoorten en de sedimentsamenstelling kan, in situaties waar de korrelgrootteverdeling niet meer door de waterstromingen wordt bepaald, zoals in het stagnerant-zoute Grevelingenbekken, vager worden (mond. meded. R.H.D. Lambeck). -

5.2.1. Weergave per abiotische factor

De abiotische omstandigheden waarbij een soort kan worden aangetroffen, worden bepaald door een combinatie van karakteristieken (zie 5.2.2.). Uit de weergave per abiotische factor kunnen de karakteristieken worden afgeleid waarop bij bepaalde soorten gelet moet worden en kunnen de soorten per factor onderling vergeleken worden.

De figuren 36 t/m 39 en die in bijlagen 6 a en 6 b geven de "preferenties" per abiotische variabele weer in de vorm van "box-and-whisker" plaatjes voor de monsterplaatsen waar de soort is aangetroffen, ongeacht de dichtheid waarin. Dit is uiteraard alleen gedaan voor de monsterplaatsen waar de soort (in de RN- of VV-monsters) is aangetroffen en waarvoor bovendien de abiotische gegevens bekend zijn.

Er is gewerkt met twee frequentie-groepen (nl. ≥ 16 monsterplaatsen: figuren 36 t/m 39 en bijlage 6a en ≤ 15 monsterplaatsen: bijlage 6b), omdat het toeval een grotere rol kan gaan spelen, naarmate de plaatjes op minder waarnemingen gebaseerd zijn.

De assen in de figuren vallen samen met de range van de betreffende abiotische factor in de Voordelta. De horizontale lijnen geven de kwartielen voor alle (152, bij organische stof: 128) waarnemingen in het gebied: het eerste kwartiel, de mediaan (= het tweede kwartiel) en het derde kwartiel. Deze lijnen kunnen als referentie-kader worden gebruikt. Binnen elk van de aldus gegeven vier (niet even brede) klassen zijn ongeveer evenveel waarnemingen gedaan.

- Bij het lutumgehalte zijn er meer dan 50% nul-waarnemingen, zodat alleen de lijn voor het derde kwartiel is getekend. -

Als een soort indifferent is ten opzichte van een bepaalde factor is de verwachting, dat de kwartielen van de abiotische waarnemingen voor de monsterplaatsen waarop de soort is aangetroffen ongeveer samenvallen met de kwartielen voor het gehele gebied. De "box and whisker" plaatjes (zie 2.3) geven, als gelet wordt op centrale ligging en spreiding, aanwijzingen voor voorkeuren en eventuele tolerantiegrenzen van soorten.

Bij de interpretatie van de diepte als factor moet bedacht worden dat de soorten in het algemeen fysiek (met de hydrostatische druk) geen moeite hebben met de diepte (-verschillen) die hier aan de orde zijn (vgl. Wolff 1973), maar dat de soorten die vooral in de relatief diepere delen voorkomen een meer zeewaartse verspreiding kunnen hebben.

De factoren waarbij de meeste differentiatie optreedt tussen de soorten zijn de mediane korreldiameter, en de onderling sterk gecorreleerde gehalten aan slib, lutum en organische stof (vgl. 3.2).

Wanneer als voorbeeld de **mediane korreldiameter** wordt genomen dan zijn in figuur 36, lettend op de centrale ligging, soorten te herkennen:

- die binnen het gebied geen speciale voorkeur vertonen en over de hele range van deze abiotische variabele worden aangetroffen, zoals de algemene, in dit opzicht indifferente, soort Scoloplos armiger;
- waarvan de "voorkeur" samenvalt met de gemiddelde omstandigheden in het hele gebied (vooral bepaald door de ligging van de kwartielen) en die niet is aangetroffen bij de extremere hogere of lagere mediane korreldiameters zoals bij de soorten Tellina tenuis en Echinocardium cordatum. Dit wijst op relatief nauwe tolerantie-grenzen;
- die in hoofdzaak in het grovere zand zijn aangetroffen, zoals Scolec-lepis bonnieri;
- die in hoofdzaak in het fijnere zand zijn aangetroffen, zoals Tellina fabula.

En gelet op de spreiding van de D50-waarnemingen zijn er soorten te herkennen:

- met een spreiding zoals voor een indifferente soort verwacht wordt, zoals Scoloplos armiger;
- met een smalle spreiding zoals Spisula subtruncata;
- met een brede spreiding die vaker in de beide uitersten wat betreft mediane korreldiameter zijn aangetroffen dan verwacht wordt voor een indifferente soort, op qua D50 minder op elkaar gelijkende monsterplaatsen, zoals de soorten Heteromastus filiformis en Nereis longissima.

Bij een analoge analyse voor het **slibgehalte** $< 50 \mu$ (fig. 38) valt op dat, gelet op de centrale ligging:

- Anaitides mucosa, Nephtys hombergii, Ophiura texturata, Tellina fabula en Natica alderi indifferent zijn voor deze factor;
- Nephtys cirrosa, Scolec-lepis bonnieri, Bathyporeia elegans, Bathyporeia quilliamsoniana, Echinocardium cordatum en Tellina tenuis vooral bij lage slibgehalten zijn aangetroffen;
- Anaitides groenlandica, Heteromastus filiformis en Macoma balthica vooral bij hogere slibgehalten zijn aangetroffen.

En lettend op de spreiding van de slibgehalten:

- o.a. de soorten Capitella capitata, Nephtys hombergii, Scoloplos armiger, Spio filicornis en Spiophanes bombyx zich indifferent gedragen;
- o.a. de soorten Bathyporeia quilliamsoniana en Tellina tenuis vooral in een smalle range van lage slibgehalten zijn aangetroffen;
- o.a. Heteromastus filiformis en Macoma balthica vooral in een brede range van hoge slibgehalten gevonden zijn.

Bij de figuur (39) voor de **diepte** valt op dat:

- o.a. Neptys cirrosa en Nephtys hombergii beide op alle dieptes voorkomen naar verwachting voor een indifferente soort;
- Anaitides groenlandica in het algemeen op diepere monsterpunten is gevonden dan Anaitides mucosa;
- Heteromastus filiformis relatief veel op hetzij de diepe, hetzij de ondiepe monsterlocaties is gevonden (meer in de uitersten dan verwacht voor een indifferente soort).

5.2.2. Weergave per soort

In de figuren 40 en 41 en die in bijlage 6^c is voor de serie meest frequente soorten de informatie voor de in beschouwing genomen abiotische variabelen per soort verzameld in een figuur. Daarbij geeft voor alle variabelen de as de range aan voor alle waarnemingen in het gebied. De mediaan-waarden voor het gehele gebied zijn voor alle abiotische factoren op dezelfde hoogte afgebeeld.

Deze figuren kunnen helpen bij de interpretatie van de verspreidingskaartjes per soort (zie 4.2) en van de per soort tussen de strata aangetroffen verschillen in dichtheden (zie 4.3.2 en 4.3.3). Ook kunnen soortenparen onderling vergeleken worden rekening houdend met alle in beschouwing genomen abiotische variabelen.

Deze presentatie geeft geen uitsluitsel over eventuele interacties tussen abiotische factoren in hun "uitwerking" op de bodemdierendichtheden. In een bepaalde slib/diepte klasse kunnen bijvoorbeeld naar verhouding weinig waarnemingen, waarbij de soort aanwezig is, gedaan zijn, terwijl dit niet uit de ranges van de factoren afzonderlijk blijkt (zie hiervoor 5.2.2.) (vgl. fig. 42 voor Scoloplos armiger).

5.3. Correlatiediagrammen - de correlatie tussen enerzijds twee abiotische factoren en anderzijds de dichtheid van een soort.

Uit de in tabel 8 genoemde abiotische variabelen, die onderling relatief weinig gecorreleerd zijn, zijn variabelen-paren gekozen als assen voor een correlatie-diagram, waarin de monsterplaatsen zijn afgebeeld met symbolen. Deze symbolen geven de mate van aanwezigheid van de betreffende soort aan: de soort is ofwel afwezig (open cirkeltje) of de soort is aangetroffen. In dat laatste geval is de oppervlakte van de gevulde cirkel een relatieve maat voor de logaritmisches getransformeerde dichtheid op dat monsterpunt (de minimum-oppervlakte en de maximum-oppervlakte van de gevulde cirkel liggen vast).

Deze diagrammen zijn voor een selectie van soorten gegeven in de figuren 42 t/m 46 (enerzijds als illustratie bij de "box-and-whisker" plaatjes die besproken zijn in 5.2 (toegespitst op verschillen in de presentie (frequentie) en anderzijds als illustratie van dichtheidsverschillen per soort bij verschillende klassen bepaald door een combinatie van twee abiotische factoren).

De diagrammen geven een beeld van de interacties tussen de abiotische variabelen in relatie met de biotische gegevens (dichtheden) dat niet uit de in 5.2 behandelde figuren kan worden afgelezen (vergelijk ook 5.4).

Er worden diagrammen gegeven voor enkele soorten:

- Scoloplos armiger heeft een opvallend ongelijke vulling van de abiotische klassen mediane korreldiameter/diepte, de stations waar de soort ontbreekt liggen vooral in de Westerscheldemonding (is hier sprake van invloed van hoge zwevende stof gehalten en/of vervuiling?) (Zie figuur 42);
- Macoma balthica, het nonnetje, en Natica alderi (genoemd als predator van bivalven) vullen de abiotische klassen slib/diepte a.h.w. complementair (is hier sprake van biologische interactie door predatie door Natica alderi (Zie figuren 43 en 44);
- Tellina fabula vult a.h.w. precies het "gat" dat bij de verwante soort Tellina tenuis in de abiotische klassen mediane korreldiameter/diepte optreedt (zie figuren 45 en 46).

Ook zijn er diagrammen getekend voor het totaal aantal soorten per monster (VV-happen doen niet mee) en de totale dichtheid per monster (figuren 47 en 48).

Het is opvallend dat in het rechterdeel van de puntenwolk van figuur 48 de waarden voor de totale dichtheid per monster i.h.a. niet beneden de mediane totale dichtheid (voor alle monsters) liggen. Per monster worden relatief veel bodemdierenindividueen aangetroffen bij een mediane korreldiameter groter dan 2.7 phi (d.w.z. <150 μ) en een slibgehalte <50 μ lager dan ca. 25%.

5.4. Sedimentklassen - enkele biotische gegevens per abiotische klasse, waarbij de klasse-indeling gebaseerd is op mediane korreldiameter en slibgehalte.

Om de vraag te kunnen beantwoorden onder welke omstandigheden wat betreft mediane korreldiameter en slibgehalte de meeste (minste) soorten en de hoogste (laagste) totale dichtheden worden aangetroffen is een berekening uitgevoerd op basis van de RN-monsters van de voorjaars-tocht in 1985.

De abstracte abiotische ruimte waarin de monsters van de Voordelta geplaatst kunnen worden gedacht - dus zonder rekening te houden met de geografische ligging - kan op basis van de mediane korreldiameter van de zandfractie en het slibgehalte (gewichts % < 50 μ) in een aantal klassen worden verdeeld. Door 4 D50-classes (nl. 1 <= <2 , 2 <= <2.5 , 2.5 <= <3 , 3 <= <3.6 phi) en 3 slibklassen (nl. 0 <= <1.5%, 1.5 <= <10% en 10 <= <90%) ontstaan 12 combinaties. Daarvan blijken er twee niet voor te komen bij de RN-dataset.

In de tabellen 21 t/m 23 worden voor deze D50/slib-klassen het soortenaantal en de dichtheid voor alle soorten tesamen en voor (de soorten opgesplitst in de) drie systematische groepen, nl. polychaeten, crustaceeën en bivalven, gegeven (vgl. figuur 48).

Het blijkt dat de totale dichtheid en het soortenaantal in het algemeen lager zijn in de, voor de Voordelta, extremere omstandigheden.

De hoogste totale dichtheden en soortenaantallen worden i.h.a. aangetroffen bij slibgehalten lager dan 10% en een mediane korreldiameter groter dan 2 phi (d.w.z. $< 250 \mu$).

5.5. De ordinatie

Zowel op de dichtheidsgegevens uit 1984 als die uit 1985 zijn DECORANA-ordinaties toegepast (vgl. 2.5). Er is gezocht naar rangcorrelaties tussen de waarden van abiotische variabelen op de stations en de volgorde van de stations op de ordinatie-assen. De resultaten daarvan staan vermeld in de tabellen 24 voor 1984 en 25 en 26 voor 1985-1 (zie ook de figuren 49 en 50). Vrijwel in alle gevallen is er een significante correlatie tussen één van de in beschouwing genomen abiotische karakteristieken met één van de assen gevonden. Een opvallende uitzondering is as³ bij de ordinatie van de 1984-gegevens.

In het algemeen blijkt de factor sediment sterk gecorreleerd met de eerste DECORANA-assen, vooral het slib- en, het daarmee gecorreleerde, organische stofgehalte. Ook de diepte komt bij de ordinaties van de 1985-gegevens als gecorreleerde factor naar voren bij de derde en vierde as.

Voor 1984 zijn tevens enkele "gemeenschapsparementers" voor het meiofauna als omgevingsvariabelen beschouwd (zie tabel 24). Ondanks het geringe aantal stations komt naar voren dat er enkele van deze parementers gecorreleerd zijn met de eerste DECORANA-as. Dit kan betekenen dat dezelfde factoren die de eerste macrozoobenthos-as bepaald hebben deze meiofauna-parementers hebben bepaald.

Anderzijds zou het ook kunnen duiden op een interactie tussen macrozoobenthos en meiofauna.

Geconcludeerd zou kunnen worden dat de in beschouwing genomen abiotische karakteristieken (met name het slibgehalte van het sediment) of daarmee gecorreleerde factoren waarschijnlijk de hoofd-milieufactoren vormen die in de Voordelta van invloed zijn op de bodemdierensamenstelling en dichtheden.

6. DISCUSSIE

Inleiding

In de discussie komen aan de orde:

- een vergelijking met andere onderzoeken in het Deltagebied en elders wat betreft methodieken resultaten;
- ontwikkeling verleden/heden/toekomst;
- enkele kanttekeningen bij de resultaten.

Bij de vergelijking van de BOVO-gegevens met ander onderzoek is het noodzakelijk om rekening te houden met verschillen in o.a.:

- bemonsteringsstrategie en bemonsteringsinspanning;
- bemonsteringsmethodiek (vgl 2);
- verwerkingsmethoden (aan boord, op het lab en de rekenkundige bewerking);
- bemonsteringsperiode.

Al deze zaken kunnen van invloed zijn op de resultaten. Wanneer de monsterlocaties select gekozen zijn (bijvoorbeeld op raaien) kan dit de daaruit afgeleide statistische grootheden (zoals gemiddelden) beïnvloeden.

Bij de opzet van een inventarisatie wordt al een keuze gemaakt voor welke soorten er met enige betrouwbaarheid gegevens zullen resulteren en voor welke soorten, bijv. i.v.m. geaggregeerd voorkomen, geen goed beeld verkregen zal worden.

De onderzoeksresultaten worden in het algemeen niet volgens een standaardmethode gepresenteerd. De bij BOVO berekende intervalschattingen voor de geometrisch gemiddelde dichtheid zijn niet direct vergelijkbaar met de gepubliceerde resultaten van ander onderzoek in de Noordzee. Bij veel bodemdierenonderzoeken wordt weinig aandacht besteed aan de betrouwbaarheden van de schattingen.

Bovendien zijn er bij het macrozoöbenthos aanzienlijke jaar op jaar fluctuaties mogelijk. Een soort als Echinocardium cordatum heeft bijvoorbeeld slechts enkele malen per decennium een geslaagde broedval in delen van de Zuidelijke Noordzee (mond. med. Beukema, NIOZ). Meer off-shore in de Zuidelijke Bocht (Mulder, 1986; vgl. 1982-84) blijken jaar op jaar schommelingen van de aritmetisch gemiddelde dichtheid met een factor 2 tot 3 voor de meest frequente soorten normaal te zijn.

Het vergelijken van de gegevens uit één jaar Voordelta-onderzoek (voorjaarsgegevens 1985) - een momentopname - met de resultaten uit een ander gebied kan in verband met bovengenoemde overwegingen een willekeurige, minder zinvolle, bezigheid worden.

Een vergelijking van de BOVO-gegevens met de resultaten uit ander onderzoek blijkt slechts in beperkte mate mogelijk te zijn.

Vergelijking met enkele recente onderzoeken in de regio

Desondanks worden hieronder de resultaten uit enkele recente andere onderzoeken vergeleken, op de aspecten waar de gegevens enigszins vergelijkbaar lijken te zijn (zie figuur 51, ook voor referenties).

Voor de Belgische kust en (minder intensief) in het meer off-shore gelegen zeegebied voor de Belgische kust en een deel van de Nederlandse

kust is er gedurende een aantal jaren (meiofauna- en) macrozoöbenthos-onderzoek gedaan in het kader van het Belgische Project Zee. Enkele monsterplaatsen lagen in de Voordelta (zie figuur 51). Hieruit komt naar voren dat er 3 zones kunnen worden onderscheiden op basis van soortensamenstelling, dichtheden (en biomassa's):

- een kustzone voor de Belgische kust;
- een open-zee zone;
- een overgangszone daartussen.

De slibrijke Belgische kustzone is soortenarm, heeft een lage Shannon-diversiteit en de biomassa is er in het algemeen laag. De diversiteit neemt toe naar open zee.

Bij de verklaring voor de ligging van de zones wordt gewezen op het ruimtelijke patroon van de getijstroomsnelheden en de reststroom, het zwevende stofgehalte van het water en het slibgehalte van de bodem:

- in de Belgische kustzone wordt vervuild en slibrijk water door de Westerschelde aangevoerd en wordt slib ingevangen door een maalstroom: er wordt in deze zone een erg hoog zwevend stofgehalte gemeten (zie Nihoul e.a., 1984) en het slibgehalte van de bodem is er hoog;
- in de overgangszone wordt water met een lager zwevend stofgehalte door de getijstroomen getransporteerd, waarbij er slechts in speciale situaties materiaal uit de waterkolom voor langere tijd op de bodem kan sedimenteren; het slibgehalte van de bodem is lager;
- in de open zee-zone wordt door de getijstroomen Kanaal-water met een laag zwevend stofgehalte getransporteerd; de bodem bestaat in het algemeen uit grover, slibarm zand.

Dit beeld sluit aan bij wat er bij BOVO (vgl. tweede tocht, voorjaar 1985) werd gevonden (vgl. figuren 23, 24 en 51):

- in de Westerscheldemonding werden per monster weinig soorten en individuen aangetroffen (vgl. Belgische kustzone);
- het noordelijker gelegen deel van de Voordelta is in het algemeen per monster rijker aan soorten en er worden per monster meestal ook meer bodemdieren-individuen aangetroffen;
- de soortensamenstelling van dit noordelijker gelegen deel lijkt het meest op de lijst die voor de overgangszone genoemd wordt, alhoewel een aantal van de 12 algemeen genoemde soorten (bijvoorbeeld Lanice conchilega, Pectinaria koreni, Eumida sanguinea, Ophelia limacina, Abra alba en Mysella bidentata) bij het BOVO-onderzoek niet algemeen zijn;
- de voor de open-zee zone karakteristieke soorten (zoals genoemd in Govaera e.a., 1980) ontbreken alle in de Voordelta.

Gezien de grote variatie in soortensamenstelling, biomassa's en dichtheden binnen de "bodemdieren-gemeenschap" die elders bij vergelijkbare sediment-situaties in kustzeeën wordt onderscheiden, lijkt het benoemen hiervan weinig zinvol: er gaat weinig diagnostische waarde van uit.

Als de soortenlijsten van andere onderzoeken wat betreft het sublitoraal (zie figuur 51, ook voor referenties) in estuaria, kustzee en open-zee van de Zuidelijke Noordzee met elkaar worden vergeleken, valt op dat:

- het relatieve aandeel van de polychaeten-soorten vrij constant (40-50%) is, evenals het percentage crustaceëensoorten (bijna 30-40%) en soorten echinodermata (3-4%);
- molluscan maken in open zee 10% van het aantal soorten uit en dicht bij de kust ca. 20%;
- het totale aantal soorten dat bij de diverse onderzoeken is gevonden is o.a. afhankelijk van de bemonsteringsinspanning (totaal bemonsterd oppervlak en aantal monsterlocaties en de grootte -en daarmee eventueel gerelateerde heterogeniteit- van het onderzoeksgebied). Er lijken in de Westerschelde relatief weinig en in de Oosterschelde relatief veel soorten te worden aangetroffen in vergelijking met de Voordelta en het (ongeveer even uitgestrekte) off-shore bemonsteringsgebied waar totaal ongeveer evenveel (nl. ca. 125) soorten als in de Voordelta (vgl. tabel 1) zijn gevonden (bij een veel grotere bemonsteringsinspanning);
- het totale aantal soorten per ca 0,2 m² ligt in de Oosterschelde hoog (ca. 20) t.o.v. de Voordelta-waarnemingen (ca. 10) en de off-shore waarden (10-20); in de monding van de Westerschelde ligt dit lager dan 10);
- de frequentie waarmee soorten in de monsters worden aangetroffen kan worden vergeleken met onderzoek in de Grevelingen (sublitoraal; vóór de voltooiing van de Brouwersdam (zie Wolff e.a., 1977)) de Oosterschelde en het off-shore gebied. Van de 14 meest frequente soorten in de Grevelingen behoren er slechts 5 ook tot de 14 meest frequente BOVO soorten (de frequentie van Nephtys hombergii ligt bij BOVO 10* zo hoog als bij dit Grevelingen-onderzoek, de overige 4 soorten zijn: Nephtys spec., Scoloplos armiger, Spio filicornis en Macoma balthica). Bij de in beschouwing genomen Oosterschelde-monsterplaatzen behoren er 6 van de meest frequente soorten tot de 14 bij BOVO algemene soorten en er is hier bij 5 van deze 6 soorten een opvallende gelijkenis in de rangorde van de frequenties in Voordelta en Oosterschelde (dit zijn de soorten Scoloplos armiger, Nephtys hombergii, Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis en Spiophanes bombyx, terwijl Capitella capitata veel frequenter in de Oosterschelde werd aangetroffen dan in de Voordelta als geheel). Voor het off-shore gebied (Mulder, 1986) behoren 4 van de 14 daar meest algemene soorten ook tot de groep van 14 bij BOVO meest frequent aangetroffen soorten (nl. de soorten Nephtys cirrosa, Spio filicornis, Spiophanes bombyx en Scoloplos armiger);
- het totaal aantal individuen per m² (per ca. 0,2 m² gemeten in de sublitorale monsters) voor de (in de meeste gevallen in het voorjaar gedane) waarnemingen lijkt volgens een gradiënt te verlopen, die loopt van estuarium met weinig zoetwaterinvloed naar kustzee naar open-zee af te nemen (en is in de Vlissingenraai in Westerschelde relatief laag, zie Vermeulen, 1980).

Bij een vergelijking van het gehele Voordelta-gebied is het overigens het meest zinvol de waarden voor de afzonderlijke strata te betrekken en niet alleen uit te gaan van de waarden voor het gehele gebied, dat abiotisch en biotisch heterogeen is (zie figuur 52 en 53). Deze waarden voor het gehele gebied worden sterk beïnvloed door de soorten- en individuen-arme strata VI en I, die samen ongeveer de helft van de oppervlakte van de Voordelta beslaan (zie tabel 27).

Soorten die in de Waddenzee bijdragen aan de hoge biomassa's, vooral in het intergetijdegebied (zoals de kokkel, de mossel en de wadpier) ontbreken bijna geheel bij de BOVO monsternamen, terwijl bekend is dat zij plaatselijk in de Voordelta in hoge dichtheden kunnen voorkomen (zoals boven vermeld).

Soorten, die in het intergetijdegebied van de Waddenzee (Beukema, 1976) hun relatief hoogste dichtheden bereiken in voor de meeste andere soorten te extreme omstandigheden (zoals Nephtys hombergii en Scoloplos armiger) komen algemeen in de Voordelta voor.

Vergelijking met het onderzoek van Wolff

Uit de bodemdierengegevens van Wolff (1973) die in het Deltagebied verzameld zijn in de periode vóór de afsluitingen (1958-1969) is, op basis van een statistisch model, voor een aantal soorten de kans te berekenen dat er minstens 1 individu in een 0,1 m² VV-monster wordt aangetroffen. Deze kans is afhankelijk van het abiotisch milieu (de ecologische klasse), waarin het monster genomen is. De ecologische klasse-indeling van Wolff is gebaseerd op de volgende drie variabelen: waterkwaliteit, mediane korreldiameter en sortering.

De Voordelta valt in hoofdzaak onder twee van de door Wolff (1973) onderscheiden ecologische klassen, nl.:

- A) kustwater (a2), mediane korreldiameter $2 < \phi < 3$ (b2), goed gesorteerd (c1);
- B) kustwater (a2), mediane korreldiameter $2 < \phi < 3$ (b2), minder goed gesorteerd (c2) (zie ook tabel 19).

Voor de BOVO gegevens (1985-1) zijn voor een aantal algemene soorten de frequenties berekend voor het voorkomen in de ecologische klassen A en B. Hierdoor is het mogelijk om deze frequenties met de kansen uit het onderzoek van Wolff te vergelijken: de kans (geschat met de frequentie) kan per soort, gecorrigeerd voor grote veranderingen in de variabelen mediane korreldiameter en sortering, vergeleken worden met de gegevens van Wolff.

In tabel 20 worden voor een aantal soorten de frequenties en de kansen gegeven.

Tabel 19 geeft ter vergelijking voor een aantal soorten de parameterwaarden voor een aantal van de waterkwaliteitsklassen, het viertal mediane korreldiameter-klassen en de beide sorteringsklassen.

Met behulp van deze parameters kunnen de genoemde kansen berekend worden, uitgaande van de formule:

kans (i, j, k) = $1 - e^{(-a_i \cdot b_j \cdot c_k)}$,
waaruit blijkt dat hoe groter het produkt van de parameterwaarden voor a, b, en c is des te groter de kans is (als het produkt nul is, is de kans 0).

Bij een globale vergelijking van deze gegevens met betrekking tot de ecologische verspreiding moet rekening worden gehouden met de volgende zaken:

- de BOVO-gegevens zijn met andere bemonsteringsapparatuur verkregen, nl. in hoofdzaak met een RN-box corer (0,068 m²), deels met een VV-happer (0,18 m²). Enerzijds ligt de bemonsterde oppervlakte per hap bij BOVO lager, hetgeen tot een lagere trefkans voor een soort zal leiden dan bij de 0,1 m² VV-happer die door Wolff is toegepast (vgl. 2.3.2). Anderzijds penetreren de bij BOVO toegepaste bemonsteringsapparaten dieper in het sediment dan de 0,1 m² VV-happer, waardoor voor sommige soorten de trefkans iets hoger kan zijn. De resulterende trefkans ligt bij BOVO vermoedelijk iets lager dan bij Wolff.
- De bepaling van de sedimentkarakteristieken zoals de mediane korreldiameter (D50) is op verschillende manieren uitgevoerd. Bij Wolff doet de slib-fractie mee bij de berekening van de mediane korreldiameter, terwijl bij BOVO de mediane korreldiameter van de zandfractie is bepaald: de D50-waarden van Wolff zullen in phi-eenheden uitgedrukt daardoor iets hoger uitvallen.
- De ecologische klassen A en B omvatten niet de gehele Voordelta. Ca. 70% van de Voordeltamonsters had bij BOVO betrekking op de mediane korreldiameter-klasse 2-3 phi (vgl. b2). Van deze sedimentklasse gaat het bij 60% van de waarnemingen bij BOVO om goed gesorteerd sediment met een sortering < 0,45 phi.
- De waterkwaliteit, o.a. het zoutgehalte, in de Haringvlietmonding (a3) is evenals in de Grevelingenmonding (valt onder a2) als gevolg van de afsluitingen gewijzigd.
- Het verschil in bemonsteringsstrategie kan de waarden beïnvloed hebben: als een sterk geaggregeerde soort zoals Cerastoderma edule (de kokkel) in een raai wordt aangetroffen, is de kans groot dat dit in meerdere monsters op die raai gebeurt, terwijl de trefkans bij een random bemonstering (zoals bij BOVO) kleiner zal zijn in hetzelfde gebied.
- Er wordt voor de parameterwaarden voor a, b en c geen betrouwbaarheid gegeven.
- De via het model berekende kansen bij Wolff zouden, omdat van de milieufactoren wordt aangenomen dat zij onderling onafhankelijk zijn in hun invloed op de ontwikkeling van een bodemdierenindividue (in het model worden geen interacties verondersteld), wel eens af kunnen wijken van de werkelijk bij Wolff aangetroffen frequenties in de klassen A en B.

Uit de vergelijking van de trefkansen blijkt het volgende (zie tabel 20):

De trefkans lijkt voor veel van de soorten, waarvoor gegevens beschikbaar zijn, onder vergelijkbare abiotische condities in dezelfde orde van grootte te liggen in de periode vóór de afsluitingen (1958-1969, zie Wolff, 1973) en ca. 20 jaar later bij BOVO. Opvallende uitzonderingen lijken:

- soorten die bij BOVO ontbreken en die in de ecologische klassen A en B bij Wolff met een relatief hoge trefkans ($>0,1$) worden aangetroffen:
Cerastoderma edule*
Nephtys longissima
- soorten die bij BOVO een stuk lager uitkomen dan bij Wolff (waar zij een kans $>0,1$) hebben:
Anaitides mucosa (= Anaitides maculata)
Eumida sanguinea
Lanice conchilega*
Nephtys caeca
Pectinaria koreni*
Abra alba
Macoma balthica
Mysella bidentata
*) geaggregeerd
- soorten die bij BOVO hoger uitkomen (mogelijk i.v.m. diepere penetratie van de gebruikte bemonsteringsapparatuur):
hoger: Tellina fabula
iets hoger:
Heteromastus filiformis
Echinocardium cordatum
Tellina tenuis.

Door de afsluitingen is de Voordelta als geheel meer marien geworden (met minder zoetwaterinvloed) en krijgen open-zeesoorten zoals Tellina fabula betere kansen en estuariene ("Waddenzee"-)soorten, zoals Macoma balthica en Cerastoderma edule minder kansen.

Ontwikkeling verleden/heden/toekomst

Wanneer de bodemsamenstelling in de Voordelta zich volgens een bekende trend zou wijzigen (vgl. Van der Weiden, 1986b), zou het wellicht mogelijk zijn om aan te geven in welke richting de populaties van bepaalde soorten die reeds voorkomen in het gebied zich zullen ontwikkelen (zie 5), ook al zijn de correlaties tussen bodemdieren onderling en met hun abiotisch milieu nog niet verklaard.

Uit vergelijking met gegevens van Wolff (1973) (zie ook Seip, 1984) valt op dat er, in de beschutting van één van de kustparallele banken (de Hinderplaat) in het zeegebied voor Voorne, aanzienlijke kokkelvoorkomens zijn aangetroffen, die in de periode 1958-1969 niet zijn waargenomen. Daar lijken plaatselijk de omstandigheden voor de kokkel (Cerastoderma edule) gunstiger te zijn geworden.

Lettend op de soortenrijkdom (zoals door Wolff (1973) in figuren gegeven) zijn er enige opmerkelijke zaken die nog nader moeten worden uitgezocht:

- de Noordelijke Voordelta (meest beïnvloed door de afsluitingen) vertoonde bij Wolff een lagere diversiteit dan bij BOVO;
- het lijkt erop dat er in de Westerscheldemonding bij Wolff meer soorten werden aangetroffen dan bij BOVO.

Enkele kanttekeningen bij de resultaten van dit onderzoek

- Verklaringen voor een verspreidingspatroon (vgl. 4.2.) kunnen gezocht worden in de biotische omgevingsvariabelen, in de abiotische factoren en in combinaties daarvan.

Wanneer twee soorten een identiek verspreidingspatroon vertonen kan dus uit dit feit zelf niet worden afgeleid of dit aan biotische, abiotische of aan een combinatie daarvan moet worden toegeschreven.

- Mogelijke biotische interacties tussen soorten zijn bijvoorbeeld concurrentie tussen soorten onderling (interspecifieke competitie leidt er mogelijk toe dat Anaitides groenlandica Anaitides mucosa in een ander sedimenttype dwingt, zie Wolff 1973, maculata = mucosa), commensalisme (door Wolff genoemd voor Echinocardium cordatum/Montacuta ferruginosa) en predatie. De biotische interacties spelen zich uiteraard niet alleen binnen het macrozoöbenthos af maar ook tussen het macrozoöbenthos en o.a. meiofauna, vissen, vogels, bentische algen. De voedsel-situatie, voor sommige soorten het fytoplankton voor vele andere soorten de aanwezigheid van bruikbare "dode" organische stof (of prooidieren), is een essentiële milieufactor.

- Het is opmerkelijk, dat er bij de TWINSPAN-analyse, waarop tabel 13 en figuur 27 betrekking hebben en waarbij in hoofdzaak is uitgegaan van dichtheidsschattingen per monsterpunt op basis van slechts 1 enkele RN-box van 0,068 m², toch duidelijk ruimtelijke stationsgroepen te onderscheiden zijn, zoals bij de stationsgerichte bemonstering in 1984 (vgl. tabellen 10 en 12 en figuren 25 en 26) waar per station de dichtheidsschatting op meerdere monsters met gezamenlijk een 4-8 maal zo groot bemonsterd oppervlak (nl. 0.27 - 0.56 m²) is gebaseerd. Hieruit blijkt dat met 1 hap per monsterpunt al een groot deel van de informatie wordt verkregen.

- Aan de hand van de resultaten die onder 4.3.2.1. vermeld zijn, kunnen ook nog enkele opmerkingen gemaakt worden over de gevolgde methodieken.

Uit de figuren per stratum en voor het gehele gebied valt op dat het percentage van de monsterplaatsen waar de soort is aangetroffen sterk gecorreleerd is met de geometrisch gemiddelde dichtheid.

De correlatie tussen frequentie en de geometrisch gemiddelde dichtheid wordt ook teruggevonden bij de (plaatjes die gebaseerd zijn op uitsluitend VV-happen uit het voorjaar van 1985 in bijlage 4c en, in iets mindere mate bij de analoge figuren van de najaarsbemonstering van

1984 (bijlage 4d en figuur 29c) (zie 4.3.2.2). In beide laatste gevallen is het bemonsterd oppervlak minstens 2.5 maal zo groot als bij de RN-box corer gegevens.

Hieruit komt naar voren dat het al of niet aanwezig zijn van een soort meer lijkt bij te dragen aan de bepaling van de ligging van de geometrisch gemiddelde dichtheid dan de dichtheden op de monsterplaatsen waar de soort voorkomt. Dit hangt samen met de relatief lage dichtheden, met name in het voorjaar, waarin de soorten per monster (in een RN-box of een VV-hap) worden aangetroffen, waardoor het meer een kwestie wordt van aan- en afwezigheid.

Al met al zou dit betekenen dat het, achteraf gezien, mogelijk zou zijn geweest om voor de algemene soorten alleen de presentie te bepalen en niet meer de dichtheid. Dit zou bijna dezelfde informatie opgeleverd hebben tegen veel minder inspanning: zowel het tellen van het aantal exemplaren van een soort per monster als het berekenen van gemiddelden en varianties van dichtheden zouden dan overbodig zijn geweest.

Uit figuur 29a en b voor het gehele gebied voor 1985 blijkt dat de 95%-bi's op de log-schaal uitgezet, ongeacht hun hoogte op de schaal nagenoeg dezelfde interval-breedte hebben voor alle soorten. In verband met het hoge aantal vrijheidsgraden is de t-waarde voor alle soorten gelijk en hangt de interval-breedte af van de variantie (de N zijn gelijk). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de varianties voor de soorten ongeveer gelijk van grootte zijn (bij de berekening voor het gehele gebied) en dat de variantie (vrijwel) onafhankelijk is van de hoogte van de geometrisch gemiddelde dichtheid. Dit resultaat pleit voor de toegepaste logaritmische transformatie. Bij niet-getransformeerde dichtheidsgegevens neemt de variantie evenredig toe met de gemiddelde dichtheid tot de macht b , waarbij b een constante is van ongeveer 2; in dat geval moet volgens de Taylor-power-law een log-transformatie toegepast worden om te bereiken dat het gemiddelde en de variantie onafhankelijk worden.

LITERATUURLIJST BOVO-RAPPORT

- Axelsson, B., H. Falk, D. Gärdefors, U. Lohm, T. Persson and O. Tenow, 1975. Confidence intervals of some animal populations with non-normal distributions. *Zoon* 3: 115-119.
- Beukema, J.J., 1974. The efficiency of the Van Veen grab compared with the Reineck box sampler. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 35 (5): 319-327.
- Beukema, J.J., 1976. Biomass and species richness of the macro-benthic animals living on the tidal flats of the Dutch Waddensea. *Neth. Journ. of Sea. Res.* 10 (2): 236-261.
- Creutzberg, F., P. Wapenaar, G. Duineveld, N. Lopez Lopez, 1982. Distribution and density of the benthic fauna in the Southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions. ICES Symposium on biological productivity of continental shelves in the temperate zone of the North Atlantic. Kiel, 1982. No. 6: 1-17.
- Eberhardt, L.L., 1975. Applied systems ecology: models, data and statistical methods. In: Innis G.S. (ed): *New directions in the analysis of ecological systems. Simulations Councils Proceedings Vol 5, Numbers 1 and 2, Part 1.* La Jolla: SCS.
- Elliott, J.M., 1979. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. *Freshw. Biol. Ass. Scient. Publ.* no. 25 (144 pp.).
- Entrop, B., 1965. *Schelpen vinden en herkennen.* Thieme & Cie., Zutphen (324 pp.).
- Gauch, H.G. Jr., 1984. *Multivariate analysis in community ecology.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Govaere, J.C.R., D. van Damme, C. Heip en L.A.P. de Coninck, 1980. Benthic communities in the Southern Bight of the North Sea and their use in ecological monitoring. *Helgol. Meeresunters.* 33: 507-521.
- Hartmann-Schröder, G., 1971. Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. *Tierwelt Deutschlands*, 58 (594 pp.).
- Hill, M.O., 1979a. DECORANA-A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. *Ecology and Systematics.* Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O., 1979b. TWINSpan-A FORTRAN Program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics.* Cornell University, Ithaca, New York.
- Huys, R., Vanreusel, A. en C. Heip, 1986. Het meiobenthos van de Voor-delta. September-November 1984, April-Mei 1985, September 1985. Eindverslag (samenvatting) (80 pp.), RU-Gent.
- Jones, R., 1954. The analysis of Trawl Haul Statistics with particular reference to the estimation of survival rates. In: *ICES Rapports et Proces-Verbaux des Réunions.* Vol. 140 (1): 30-39.
- Kohsiek, L., V.d. Berg, Smaal, Stortelder, Leewis, A. de Jong, 1984. Onderzoeksvoorstel Voordelta. Nota DDMI-85.02, 60 pp. RWS-DGW Middelburg.
- Lambeck, R.H.D. en E.B.M. Brummelhuis, 1985. Een bestandsopname in voorjaar 1984 van het macrozoöbenthos in het Grevelingenmeer. DIHO, Yerseke. Rapporten en verslagen nr. 1985-4 (28 pp.).

- Lincoln, R.J., 1979. British marine amphipoda: Gammaridea (658 pp.).
- Mulder, M., 1986. Onderzoek naar de mogelijke effecten van het lozen van titaandioxide afvalzuur op de macrobenthische fauna in de Noordzee. TECON-rapport 1, NIOZ, Texel (75 pp).
- Nihoul, J.C.J. en J.H. Hecq, 1984. Influence of the residual circulation on the physico-chemical characteristics of water masses and the dynamics of ecosystems in the Belgian coastal zone. Continental Shelf Research, Vol. 3, nr. 2: 167-174.
- Pielou, E.C., 1984. The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination. J. Wiley and Sons, New York.
- Seip, P.A., 1984. Macrobenthosonderzoek (1983) in het zeegebied van Voorne en Goeree (Haringvlietmond), verricht in het kader van het Project Grootchalige Locatie Berging Baggerspecie (tevens RWS-rapport). Bijlage van: Anoniem, 1984. P.G.L.B.B.-Werkgroep-rapport Ecologie; invloed van het depot op het ecosysteem van zee en duinen. Gemeentewerken Rotterdam.
- Tebble, N., 1966. British Bivalve Seashells. 2nd ed. Royal Scottish Museum, Edinburgh (212 pp.).
- Vanreusel, A., R. Huys, G. de Smet & C. Heip, 1986. Het meiobenthos van de Voordelta. September-November 1984, April-Mei 1985, september 1985. Concept Eindverslag mei 1986 (293 pp), RU Gent.
- Vermeulen, Y., 1980. Studie van het Macrobenthos van het Westerschelde-estuarium. Licentiaatsverhandeling, Rijksuniversiteit Gent. (ca. 200 pp).
- Weiden, M.J.J. van der, 1986a. De Voordeltabodem in 1984/1985 en de veranderingen sinds 1961 voor de Brouwersdam en voor de Oosterschel-demonding. Nota GWA0-86.112. RWS-DGW Middelburg.
- Weiden, M.J.J. van der, 1986b. Analyseresultaten van de RU-Gent en RWS-DDMI in het kader van het Voordelta Bodemproject (sept./nov. 1984). Notitie DGW-86.268, 28 pp. RWS-DGW, Middelburg.
- Weijers J.P., 1986. De bodemsamenstelling van de Voordelta gebaseerd op gegevens verzameld tussen 1936 en 1984. Nota in prep. RWS-DGW, Middelburg.
- Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat, an analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. Zool. Verh. no. 126 (proefschrift), 242 pp. Supplement by J. Coosen, DIHO. Species index to chapter 5: Ecology of the individual species. 5 pp.
- Wolff W.J. and L. de Wolf, 1977. Biomass and production of zoobenthos in the Grevelingen Estuary, The Netherlands. Est. Coast. Mar. Sc. 1977 5, 1-24.

Tabellen

LIJST VAN TABELLEN

- Tabel nr. 1. Soortenlijst macrozoöbenthos in de Voordelta (BOVO 1984 en 1985-1).
2. Gegevens over het bemonsteringsschema in de Voordelta per tocht.
3. Enkele gegevens over de toegepaste bemonsteringsapparatuur.
4. Penetratie Reineck box-corer/Van Veen-happer.
5. Toetsing van verschillen in dichtheidsschattingen verkregen met een Reineck box-corer en een Van Veen-happer.
6. Benaming sediment.
7. Correlatiematrix voor abiotische gegevens van 2^e tocht (1985-1).
8. Deel-correlatiematrix van de minst gecorreleerde abiotische variabelen (uit tabel 7).
9. Abiotische omschrijvingen per stratum.
10. Voorlopige TWINSPAN-classificatie-1984 (gebruikt bij strata-indeling-1984) van de dichtheidsgegevens uit najaar 1984 (33 soorten, 56 stations).
11. Oppervlakte van de strata bij de strata-indeling-1984.
12. TWINSPAN-classificatie van dichtheidsgegevens uit najaar 1984 (79 soorten, 64 stations).
13. Voorlopige TWINSPAN-classificatie (1985-1) van dichtheidsgegevens uit voorjaar 1985, gebruikt bij strata-indeling-1985 voor de monsternamen voor de 3^e tocht (1985-2) (46 soorten, 163 monsterpunten).
14. TWINSPAN-classificatie van dichtheidsgegevens uit voorjaar 1985 (78 soorten, 173 monsterpunten).
15. Uitgewerkte monsters per stratum voor 1985-1 (2^e tocht).
16. Algemene soorten in het gehele gebied en dichtheden-rangorde tussen de strata.

17. Strata-vergelijking voor het voorkomen van 14 algemene soorten.
18. Samenvattende strata-vergelijking voor soortengroepen.
19. Enige parameterwaarden uit het model van Wolff (1973).
20. Vergelijking van de BOVO-frequenties (1985-1) met kansen berekend met parameterwaarden van Wolff (1973) voor de ecologische klassen A en B.
21. Gemiddelde dichtheden per m^2 (excl. spreiding; log-schaal) per D50/slib klasse.
22. 95%-betrouwbaarheidsintervallen voor geometrisch gemiddelde dichtheden per m^2 (teruggetransformeerd) per D50/slib klasse.
23. Totale soortenaantallen (cumulatief) per D50/slibklasse.
24. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen (DECORANA) met omgevingsvariabelen, gegevens 1984.
25. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen (DECORANA) met omgevingsvariabelen, gegevens 1985-1 (VV-dichtheidsgegevens alleen gebruikt als er geen RN-gegevens zijn).
26. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen (DECORANA) met omgevingsvariabelen, gegevens 1985-1 (VV-dichtheidsgegevens en RN-gegevens per monsterplaats gemiddeld (zie tekst)).
27.
 - a. Frequentie en dichtheidsgegevens voor de 14 meest algemene bodemdierensoorten in de Voordelta in voorjaar 1985.
 - b. Scheefheid van de niet-getransformeerde dichtheden voor de 14 meest algemene soorten, berekend per stratum.

=====

Tabel 1. Soortenlijst macrozoöbenthos in de Voordelta (BOVO 1984 en 1985-1).

In deze alfabetische tabel worden de gebruikte afkortingen verklaard van soortnamen, codes voor systematische groep en voedingswijze en worden enkele synoniemen genoemd. Tevens zijn de Nederlandse namen gegeven.

In de laatste kolommen staat respectievelijk het aantal stations (1984, max:64) en het aantal monsterplaatsen (1985-1; max:173), waarop de soort is aangetroffen in de RN- of de VV-monsters.

Zowel in het najaar van 1984 als in het voorjaar van 1985 zijn er totaal 98 taxa onderscheiden, op een bemonsterd oppervlak van resp. 29 en 31 m**2. Het aantal taxa in de beide tochten bedraagt 124 (oa 50 soorten polychaeten, 43 soorten crustaceen, 23 soorten molluscan en 4 soorten echinodermaten)

=====

LEGENDA:

systematische codes (vermeld achter afgekorte soortnaam):

A	Amphipoden	(Crustaceen)	vlokreeftjes
B	Bivalven	(Molluscan)	tweekleppigen
C	Cirripedia	(Crustaceen)	zeepokken
D	Decapoden	(Crustaceen)	krabben; kreeften etc.
E	Echinodermata		stekelhuidigen
G	Gastropoden	(Molluscan)	buikpotigen, slakken
H	Platyhelminthes		platwormen
I	Isopoden	(Crustaceen)	zeepissebedden
L	Oligochaeten	(Anneliden)	
M	Mysidacea	(Crustaceen)	aasgarnalen
N	Nemertinea		draadwormen, band- of snoerwormen
P	Polychaeten	(Anneliden)	borstelwormen
T	Actinaria	(Coelenteraten)	zeeanemonen
U	Cumacea	(Crustaceen)	schorpioenkreeftjes

voedingswijzecodes (vermeld achter voluitgeschreven soortnaam)

- vele soorten beschikken over verscheidene strategieën om voedsel te bemachtigen -

? voedingswijze niet bekend

AA aas- en alleseter

AR allesteter en rover

F voedsel wordt (bijv. met behulp van filtratie) uit het bovenstaande water betrokken

FS zie F, maar tevens is selectieve sediment-eten mogelijk

N niet-selectieve sediment-eter

NR zie N, maar tevens rover

R rover

RA rover en alleseter

S selectieve sediment-eter of grazer

SF zie S, maar tevens F

SN zie S, maar tevens N

*) de soort die bij Wolff (1973) ANAI MACU wordt genoemd, heeft bij BOVO de naam ANAI MUCO; er bestaat onduidelijkheid over de determinatie.

enkele synoniemen o.a. i.v.m. de vergelijking met de gegevens van Wolff (1973)

Anaitides sp = Phyllodoce sp

Cerastoderma edule = Cardium edule

Nereis longissima = Eunereis longissima

Pectinaria koreni = Lagis koreni = Cistena cylindrica

Spio filicornis = Spio martinensis

Tellina sp = Angulus sp

nvg: niet verder tot op soortsniveau gedertermineerd taxum

ABRA ALBA B	ABRA ALBA	S	WITTE DUNSCHAAL	13, 18
ACTI NIAR T	ACTINIARIA (nvg)	F	ZEEANEMONEN	13, 23
AMPE BREV A	AMPELISCA BREVICORNIS	?		-, 1
ANAI GROE P	ANAITIDES GROENLANDICA	R		9, 34
(ANAI MACU P	ANAITIDES MACULATA *	R	GESTIPPELDE DIESELTREINWORM)	
ANAI MUCO P	ANAITIDES MUCOSA	R	(= ANAI MACU bij Wolff)	31, 31
ANAI SUBU P	ANAITIDES SUBULIFERA	R		5, 2
ANGU FABU B	ANGULUS FABULA	SF	zie TELLI FABU	
ANGU TENU B	ANGULUS TENUIS	FS	zie TELLI TENU	
AREN MARI P	ARENICOLA MARINA	N	ZEEPIER, WADPIER	-, 1
ASTE RUBE E	ASTERIAS RUBENS	R	GEWONE ZEESTER	7, 12
ATYL FALC A	ATYLUS FALCATUS	?		21, 13
ATYL SWAM A	ATYLUS SWAMMERDAMI	?		32, 27
AUTO SPEC P	AUTOLYTUS SPEC	?		3, -
BALA CREN C	BALANUS CRENATUS	F	GEKERFDE ZEEPOK	2, -
BALA IMPR C	BALANUS IMPROVISUS	F	BRAKWATERPOK	2, 2
BARN CAND B	BARNEA CANDIDA	N	WITTE BOORMUSSEL	-, 1
BATH ELEG A	BATHYPOREIA ELEGANS	S	KNIKSPRIETKREEFTJE	40, 87
BATH GUIL A	BATHYPOREIA GUILLIAMSONIANA	S	KNIKSPRIETKREEFTJE	11, 24
BATH PILO A	BATHYPOREIA PILOSA	S	KNIKSPRIETKREEFTJE	1, 1
CAPI CAPI P	CAPITELLA CAPITATA	N		33, 50
CAPI MINI P	CAPITOMASTUS MINIMUS	S		2, -
CARC MAEN D	CARCINUS MAENAS	AA	STRANDKRAB	6, 7
CERA EDUL B	CERASTODERMA EDULE	F	KOKKEL, KOKHAAN	2, 1
CHAE SETO P	CHAETOZONE SETOSA	S		7, 16
CORO VOLU A	COROPHIUM VOLUTATOR	S	SLIJKGARNAAL	-, 7
CORY CASS D	CORYSTES CASSIVELAUNUS	R	HELMKRAB	1, -
CRAN CRAN D	CRANGON CRANGON	RA	GEWONE GARNAAL	20, 5
CUMA CEA U	CUMACEA (nvg)	?		12, 5
DIAS BRAD U	DIASTYLIS BRADYI	S		-, 4
DIAS LUCI U	DIASTYLIS LUCIFERA	S		-, 2
DIAS RATH U	DIASTYLIS RATHKEI	SN		-, 13
DIAS RUGO U	DIASTYLIS RUGOSA	S		-, 1
DONA VITT B	DONAX VITTATUS	F	ZAAGJE	13, 4
ECHI CORD E	ECHINOCARDIUM CORDATUM	N	ZEEKLIT, HARTEGEL	27, 36
ELAS RAPA A	ELASMOPUS RAPAX	?		1, -
ENSI ARCU B	ENSIS ARCUATUS	F		-, 1
ENSI MINO B	ENSIS MINOR	F		11, -
ENSI PHAX B	ENSIS PHAXOIDES	F		4, -
ENSI SPEC B	ENSIS SPEC	F		-, 2
ETEO LONG P	ETEONE LONGA	R		13, 13
EUMI BAHU P	EUMIDA BAHUSIENSIS	?		1, -
EUMI SANG P	EUMIDA SANGUINEA	R		15, 16
GAMM LOCU A	GAMMARUS LOCUSTA	AA		5, -
GAMM SPEC A	GAMMARUS SPEC.	AA **		3, 1
GAST SPIN M	GASTROSACCUS SPINIFER	RA		27, 9
GONI BOBR P	GONIADELLA BOBRETZKII	?		-, 2
GYPT ROSE P	GYPTIS SPEC.	?		8, 3
HARM LONG P	HARMOTHOE LONGISETIS	?	ZEERUPS	-, 1
HARM LUNU P	HARMOTHOE LUNULATA	R	ZEERUPS	13, 8
HAUS AREN A	HAUSTORIUS ARENARIUS	S		8, 1
HESI AUGE P	HESIONURA AUGENERI	R		-, 2
HETE FILI P	HETEROMASTUS FILIFORMIS	N	DRAADWORM	15, 31
IDOT LINE I	IDOTEA LINEARIS	S	ZEEPISSSEBED	4, 1
INAC DORS D	INACHUS DORSETTENSIS	?		1, -
LANI CONC P	LANICE CONCHILEGA	SF	SCHELPKOKERWORM	16, 24
MACO BALT B	MACOMA BALTHICA	SF	NONNETJE	21, 42
MACR ARCU D	MACROPIPIUS ARCUATUS	AA		2, -
MACR HOL S D	MACROPIPIUS HOLSATUS	AA	GEWONE ZWEMKRAB	5, 7
MACT CORA B	MACTRA CORALLINA	F	GROTE STRANDSCHELP	12, 3
MAGE PAPI P	MAGELONA PAPILLICORNIS	FS		33, 70
MELI OBTU A	MELITA OBTUSATA	?		3, -

** o.a. Gammarus crinicornis

MESO SLAB M	MESOPODOPSIS SLABBERI	RA	5, -
MICR SPEC P	MICROPHTHALMUS SPEC.	?	1, 1
MONT FERR B	MONTACUTA FERRUGINOSA	F	21, 16
MYAA RENA B	MYA ARENARIA	F	5, 1
MYSE BIDE B	MYSELLA BIDENTATA	F	15, 22
MYTI EDUL B	MYTILUS EDULIS	F	3, -
NATI ALDE G	NATICA ALDERI	R	21, 41
NEME RTIN N	NEMERTINEA (nvg)	?	30, 39
NEPH CAEC P	NEPHTYS CAECA	AR	3, 9
NEPH CIRR P	NEPHTYS CIRROSA	AR	52, 69
NEPH HOMB P	NEPHTYS HOMBERGII	AR	42, 125
NEPH LONG P	NEPHTYS LONGOSETOSA	AR	10, 12
NERE DIVE P	NEREIS DIVERSICOLOR	NR	VEELKLEURIGE ZEEDUIZENDPOOT 1, -
NERE LONG P	NEREIS LONGISSIMA	N	ZEEDUIZENDPOOT 19, 23
NERE SUCC P	NEREIS SUCCINEA	N	ZEEDUIZENDPOOT 2, 2
OLIG OCHA L	OLIGOCHAETA (nvg)	N	8, 1
OPHE LIMA P	OPHELIA LIMACINA	N	8, 9
OPHI ALBI E	OPHIURA ALBIDA	R	KLEINE SLANGSTER -
OPHI TEXT E	OPHIURA TEXTURATA	R	GEWONE SLANGSTER 16, 52
ORCH HUMI A	ORCHOMENE HUMILIS	?	1, -
OWEN FUSI P	OWENIA FUSIFORMIS	FS	7, 8
PAGU BERN D	PAGURUS BERNHARDUS	AA	HEREMIETKREEFT -
PARA FULG P	PARAONIS FULGENS	S	-
PARI TYPI A	PARIAMBUS TYPICUS	R	HONGERLIJDERTJE (SPOOKKRFT) 4, 1
PECT KORE P	PECTINARIA KORENI	S	GOUDKAMMETJE 10, 19
PERI LONG A	PERIOCULODES LONGIMANUS	?	1, 12
PETR PHOL B	PETRICOLA PHOLADIFORMIS	F	AMERIKAANSE BOORMOSSEL 5, 3
PISI LONG D	PISIDIA LONGICORNIS	AA	1, -
PHOL MINU P	PHOLOE MINUTA	R	6, 11
PLAT HYHE H	PLATHYHELMINTHES (nvg)	?	-
POEC SERP P	POECILOCHAETUS SERPENS	FS	1, -
POLY CILI P	POLYDORA CILIATA	FS	1, -
POLY LIGN P	POLYDORA LIGNI	FS	1, 2
PONT ALTA A	PONTOCRATUS ALTAMARINUS	?	1, 2
PONT AREN A	PONTOCRATUS ARENARIUS	?	-
PORT LATI D	PORTUMNUS LATIPES	AA	BREEDPOOTKRAB 2, -
PRAU INER M	PRAUNUS INERMIS	RA	1, -
PROC PARV D	PROCESSA PARVA	AA	1, -
PSEU LONG U	PSEUDOCUMA LONGICORNIS	?	-
PSEU PULC P	PSEUDOPOLYDORA PULCHRA	FS	1, 1
PYGO ELEG P	PYGOSPIO ELEGANS	SF	5, 15
SCAL INFL P	SCALIBREGMA INFLATUM	N	-
SCHI KERV M	SCHISTOMYSIS KERVILLEI	RA	12, 15
SCOL BONN P	SCOLELEPIS BONNIERI	R	10, 23
SCOL FOLI P	SCOLELEPIS FOLIOSA	RS	1, 4
SCOL SQUA P	SCOLELEPIS SQUAMATA	SF	GEMSHOORNWORM 1, -
SCOL ARMI P	SCOLOPLOS ARMIGER	N	WAPENWORM 45, 136
SCRO PLAN B	SCROBICULARIA PLANA	SF	PLATTE SLIJKGAPER 2, 1
SIGA MATH P	SIGALION MATHILDAE	?	-
SPIO FILI P	SPIO FILICORNIS	FS	35, 61
SPIO BOMB P	SPIOPHANES BOMBYX	S	36, 78
SPIS SOLI B	SPISULA SOLIDA	F	STEVIGE STRANDSCHELP 3, -
SPIS SUBT B	SPISULA SUBTRUNCATA	F	HALFGEKNOTTE STRANDSCHELP 21, 39
STHE BOA P	STHENELAIS BOA	R	6, -
STRE SHRU P	STREBLOSPIO SHRUBSOLII	?	-
SYNC HAPL A	SYNCHELIDIUM HAPLOCH.	?	-
TELL FABU B	TELLINA (=ANGULUS) FABULA	SF	RECHTSGESTREEPTE PLATSCHE. 24, 49
TELL TENU B	TELLINA (=ANGULUS) TENUIS	FS	TERE PLATSCHELP 23, 35
TERE STRO P	TEREBELLIDES STROEMI	S	-
THAR MARI P	THARYX MARIONI	S	8, 14
TRAV FORB P	TRAVISIA FORBESII	N	-
UROT BREV A	UROTHOE BREVICORNIS	S	15, 15
UROT POSE A	UROTHOE POSEIDONIS	S	35, 88
VEVE PULL B	VENERUPIS PULLASTRA	F	TAPIJTSCHELP 2, -
VENU STRI B	VENUS STRIATULA	F	VENUSSCHELP -

Tabel 2. Gegevens over het bemonsteringsschema in de Voordelta per tocht (zie bijlage 1).

tijdsperiode	1 ^e tocht sept./nov. '84	2 ^e tocht april/mei '85	3 ^e tocht sept. '85
<u>Strategie:</u>			
- Voordelta diep	64 stations, 3-5 steekproef- eenheden per station	6 strata, ca. 25 steek- profeenheden per stratum*	10 strata, 7-30 steek- profeenheden per stratum*
- Voordelta ondiep			enkele ondiepe gebieden met to- taal 35* steek- profeenheden
<u>Steekproef- eenheid:</u>			
- Voordelta diep	3 VV-happen of 4/5 RN-boxen	op de ca. 25 monsterplaatsen 1 RN-box + als reserve 1 VV-hap	op de monster- plaatsen 1 RN-box + als reserve 1 VV-hap
- Voordelta ondiep			op de 35 monster- plaatsen 2 VV-happen (1 als reserve)

* er werden steeds reserve VV-happen genomen.

Tabel 3. Enkele gegevens over de toegepaste bemonsteringsapparatuur.

Code	Eigendom van	bemonsterd oppervlak (m ²)	gebruikt bij tocht
RN	Rijkswaterstaat DGW, Middelburg	0.068	1, 2, 3
VV-G	Rijksuniversiteit te Gent	0.105	1
VV-N	NIOZ te Texel	0.166	1
VV-Z	Rijkswaterstaat te Zijpe	0.184	1, 2, 3
VV-R	Rijkswaterstaat Directie Noord-geel zee te Scheveningen	0.175	2, 3
VV-S grijs	Rijkswaterstaat Directie Noord-geel zee te Scheveningen	0.247	3

RN = Reineck-box corer

VV = Van Veenhapper

De RN-box corer woog, in de gebruikte toestand, leeg ca. 800 kg; het gewicht van de VV-happers was minstens 10x zo klein.

Tabel 4. Penetratie Reineck-box corer/Van Veen-happer.

penetratie (cm) (N=151)	gemiddelde	95%-bi	mediaan	75% v.d.waarnemingen tussen
RN	25.6	(24,5-26,6)	24.0	18-30
VV	10.8	(9,9-11,8)	9.0	4-12
RN-VV gepaard	14.7	(13,8-15,6)	15.0	8-20

Tabel 5. Toetsing van verschillen in dichtheidsschattingen, verkregen met een Reineck-box corer en een Van Veen-happer.

Voor de soorten die op minstens 20 van de 71 stations in minstens één van beide monsters (RN-box of VV-hap) zijn waargenomen is een paarsgewijze t-toets uitgevoerd (en in gevallen dat $\bar{x}-\bar{y}$ niet normaal verdeeld was de tekentoets of de Wilcoxon-signed rank toets) op de log-getransformeerde dichtheden uit voorjaar 1985 ($10 \log(x+1)$, met x uitgedrukt per 0,068 m²).

De nulhypothese is dat de dichtheidsschatting voor de RN-box hoger uitvalt dan die op basis van de Van Veenhap.

df: aantal vrijheidsgraden; r= product-moment correlatie

ns: niet significant; x= RN-box schatting; y= VV-hap schatting.

soortnamen: vgl. tabel 1.

<u>Soort</u>		df	r	$\bar{x}-\bar{y}$ (log-schaal)	<u>significantie</u>	95%-bi $\bar{x}-\bar{y}$
ANAI GROE	P	20	0.40	-0.048	ns	
CAPI CAPI	P	24	0.67	-0.285	ns	
MAGE PAPI	P	24	0.07	0.194	* P<0.05	(0.074-0.314)
NEPH CIRP	P	21	0.21	0.148	* P<0.05	(-0.007-0.304)
NEPH HOMB	P	57	0.70	0.052	ns	
SCOL ARMI	P	52	0.40	0.002	ns	
SPIO FILI	P	24	0.44	-0.001	ns	
SPIO BOMB	P	38	0.29	-0.046	ns	
BATH ELEG	A	27	0.63	0.026	ns	
UROT POSE	A	37	0.41	0.235	* P<0,05 (Wilc.)	(0.055-0.415)
OPHI TEXT	E	28	0.52	-0.005	ns	
MACO BALT	B	22	0.87	0.004	ns	
TELL FABU	B	25	0.31	0.026	ns	
NATI ALDE	G	23	0.51	-0.104	ns	

Soortengroep

		df	r	$\bar{x}-\bar{y}$	<u>signific.</u>	95%-bi van $\bar{x}-\bar{y}$
Totale dichth. alle soorten		70	0.79	0.074	* P < 0.05	(-0.008-0.157)
Totale dichth. polychaeten		67	0.77	0.077	* P < 0.05	(0.009-0.145)
Totale dichth. amphipoden		49	0.72	0.151	**P < 0.01	(0.034-0.267)
Totale dichth. bivalven		54	0.65	-0.041	ns	(-0.163-0.080)

Tabel 6. Benaming sediment (vgl. Wolff, 1973).

A. op basis van D50 van de zandfractie		
phi-eenheden	MU-meter (μ)	naam
0-1	500-1000	grof zand
1-2	250-500	medium zand
2-3	125-250	fijn zand
>3	<125	zeer fijn zand
B. benaming sorteringsklassen		
phi-eenheden	naam	
< 0.35	zeer goed gesorteerd	
0.35-0.50	goed gesorteerd	
0.50-2.00	minder goed gesorteerd	

Tabel 7. Correlatiematrix voor abiotische gegevens van 2^e tocht (1985-1).

N	(167)	(167)	(167)	(167)	(167)	(167)	(167)	(148)	(190)
	slib %<50 μ	lutum %<2 μ	D50 (phi)	sortering	skewness	kurtosis	CaCO ₃ (%)	Org.stof (%)	Diepte(m) tov. N.A.P.
Slib%<50 μ	*								
Lutum%<2 μ	.96	*							
D50(phi)	.39	.37	*						
Sortering	.36	.33	-.35	*					
Skewness	-.09	-.15	-.62	.19	*				
Kurtosis	-.04	.01	.27	-.66	-.29	*			
CaCO ₃ (%)	.77	.71	.21	.55	-.05	-.07	*		
Org.stof (%)	.81	.81	.43	.16	-.15	.15	.61	*	
Diepte (m)	.18	.21	-.25	.48	.18	-.23	.32	.10	*

- 0) géén transformatie(s) toegepast (bijv. arcsin transformatie bij % en log-transf. bij meters).
- 1) geen rangorde correlatie, maar product-moment correlatie (i.v.m. scheve verdeling van sommige variabelen en onvergelykbare grootheden zou rangorde correlatie de voorkeur verdienen (geen progr. beschikbaar)).
- 2) voorlopige berekening gebruikt m.b.t. weging voor traject 0-15 cm bij meerdere deel-analyses (voor enkele monsterpunten).
- 3) Sediment verdeeld in fracties: org. stof, kalk, slib (incl. lutum) en zand bij variabelen CaCO₃ en organische stof vormen deze bestanddelen tesamen 100%. bij variabelen slib en lutum zijn de percentages uitgedrukt t.o.v. de minerale bestanddelen (slib en zand tesamen 100%; na voorbehandeling verdwijnen CaCO₃ en organische stof).
- 4) diepte in (m) t.o.v. N.A.P., afgelezen uit meest recente lodingskaarten (vgl. V.d. Weiden, 1986b).

Tabel 8. Deel-correlatiematrix van de minst gecorreleerde abiotische variabelen (uit tabel 7).

	<u>Slib % <50 μ</u>	<u>D50 (phi)</u>	<u>Sortering</u>	<u>Diepte (m)</u>
Slib % <50 μ	*			
D50 (phi)	.39	*		
Sortering (phi)	.36	-.35	*	
Diepte (m)	.18	-.25	.48	*

Tabel 9. Abiotische omschrijvingen per stratum.

Stratum	I	II	III	IV	V	VI
Omschrijving variabele:						
zandfractie	fijn- zeer fijn	fijn	fijn- medium	fijn *	fijn	medium fijn
sortering	minder goed- goed	goed	minder goed	goed	goed	minder goed- goed
slibgehalte	zeer hoog	middel- matig	hoog	laag	middel- matig	middel- matig
diepte	matig diep	diep	diep	ondiep	ondiep	matig diep

* groot deel van de waarnemingen in een smalle range

Tabel 10. Voorlopige TWINSpan-classificatie-1984 (gebruikt bij strata-indeling-1984) van de dichtheidsgegevens uit najaar 1984.
(vgl. fig. 25 en overlay 1).

Klassegrenzen: 0-10-100-1000-10.000 -(ind./m²)
(33 soorten, 56 stations)

MYSE	BIDE	----	3122322-2	----	1	----	1	----	1	----	0000
EUMI	SANG	----	1	----	1212-23	----	1	----	1	----	0000
HETE	FILI	43-2	----	3232	----	221	----	1	----	0000	
ETEO	LONG	----	2222	----	2	----	1	----	1	----	0000
PECT	KORE	----	21-232	----	12	----	1	----	1	----	00010
THAR	MARI	1----	1-12122-2	----	1	----	1	----	1	----	00010
ABRA	ALBA	----	4-4453	----	42	----	11	----	12	----	00010
LANI	CONC	2----	21-1342244	----	211	----	22	----	1	----	00011
OPHI	TEXT	----	233322-13	----	1	----	211	----	1	----	00011
NERE	LONG	----	22321222	----	1	----	11	----	1	----	00011
MACT	CORA	----	222	----	1	----	111	----	1	----	00011
CAPI	CAPI	33-1	----	42332332	----	12122131	----	22	----	21	00100
NEPH	HOMB	----	1	----	3323223-32	211222222222212212	----	1	----	1	00101
SPIO	BOMB	----	1	----	113323343	12221121122332111	----	1	----	211	00101
NATI	ALDE	----	2132	----	1	----	1	----	12212	----	00101
MACO	BALT	212-2	----	1211	----	1	----	1	----	1	00101
ANGU	FABU	----	2	----	2123-31	11122	----	1222	----	132-2	0011
SPIS	SUBT	----	2	----	133-221	1	----	1223	----	3213	0011
HARM	LUNU	----	122	----	22	----	1	----	112	----	0011
BATH	GUIL	----	1	----	1221	----	111122	----	1	----	0011
MAGE	PAPI	----	1-2	----	1	2112232233321	----	1	----	1	01
SCOL	ARMI	2-1	----	1344332323	----	11	----	13	112222	----	01
UROT	POSE	----	122213-3	----	13232	123232233221	----	1	----	223-22	01
SPIO	FILI	2----	1	----	211212221322322	111	----	1	----	1	01
ANAI	MACU	2-1	----	34432	----	111	----	111212	----	1111	10
NEME	RTIN	----	22	----	3221	2211111	----	1112121	----	1	10
ACTI	NARI	----	2321	----	1	1	----	1	----	1	10
ECHI	CORD	----	2-33	----	11	1	----	12122	----	1	110
MONT	FERR	----	1-23	----	2	1	----	2	----	1	110
NEPH	CIRR	----	22212222	222122	----	211222	1221	----	2	22222221	110
BATH	ELEG	----	1	----	2222321	222122222	1	----	12	321244	110
GAST	SPIN	----	1	----	11	2	----	1	11	22211212	111
UROT	BREV	----	1	----	1	1	----	22221	----	22	111
0000	0000000000	00000000000000000000	111111111111111111111111111111	000000000000000000000000000000	111111111111111111111111111111						
0000	0000000000	111111111111111111111111	000000000000000000000000000000	111111111111111111111111111111							
0000	1111111111	000000000000000000000000000000	111111111111111111111111111111	000000000000000000000000000000	100001111111111111111111111111						
	0000001111	000000000000000000000000000000	000111111111111111111111111111	001111111111111111111111111111							
	011111	000000000011111	00000000011	00000000011							
	01111	00000111100011	00001111								

Clusternummers:

1

2/3

4/5

6

Tabel 11. Oppervlakte van de strata bij strata-indeling-1984.

Stratum	I	II	III	IV	V	VI	gehele bemonst. gebied	niet- bemonst. *
opper- vlakte								
absoluut (km ²)	79	46	143	205	208	469	1150	122
relatief# (%)	7	4	12	18	18	41	100	

100% = gehele bemonsterde deel van het gebied

* een deel van het onderzoeksgebied is, in hoofdzaak in verband met de geringe waterdiepte daarvan, bij de eerste twee tochten buiten beschouwing gelaten.

Tabel 12. TWINSPAN-classificatie voor dichtheidsgegevens uit najaar 1984.

Klassegrenzen: 0-16-32-65-131-263-10⁶ (ind./m²)
(79 soorten, 64 stations) (vgl. fig. 26).

ECHI	CORD	----	1-2-1-1-1-21-	1--	11211-2111--	31121-11--			25-5		0000
MONT	FERR	----	1-1-1-1-11-	1--	11111-1132--	1-3-----			1-11-6		0000
TELL	TENU	1---	1-11-1-1-1-1-	1-1-11--	111-11-1-1-1-	2-----			3-----	1-11-	0000
NEPH	CIRR	11-	212132212121122-	33323333233323-	232111224-11-	11--	32112-313-1-				0000
PORT	LATI	1-----			1-----						000100
HAUS	AREN	----	1-1111-	1-4-----	1-----						000100
GAST	SPIN	11-	121121-12113-1-	1-1-21-11-1-	1-1-1-1-1-				11-----		000101
UROT	BREV	----	3121-4244111-	21-----	1-----				1-----		000101
NELP	LONG	----	1-1-1-1-1-1-1-	1-----	11-----				1-----		000101
OPHE	LIMA	----	1322-11-1-	1-----							000101
SPIO	FILI	----	111--11-1-2111-1-	322-21-1-11-1-	111622241135-	1-----			1-1-11--		00011
ATYL	SWAM	1-1-	1-1-1-11111111-	3111-1-11-11--	111111111111-				1-----		00011
BATH	ELEG	1-11-	11213654526-	622-5332332113-	231223631121-				1-----		00011
SCOL	BONN	----	1-11--1-11--	1-1-1-1-11--	11-11--						00011
CUMA	CEA	----		1-1-11--	11111111-1-				1-----		00100
BATH	GUIL	----		21-----	3111131-1-						00100
MAGE	PAPI	----	1-1-1-1-1-	1-12-111-1111111-	146532533611-1-1-	1112--			1-----		00101
DONA	VITT	----		1-1-1-2-1-211111-	1-21111-1-				1-----		00101
MACR	HOLS	----			1-11--				1-----		00101
UROT	POSE	1-----		31-112-4-12312456-	12344451-1-363-26-16-1221-						0011
ATYL	FALC	----	11-----	1-11-1-111-1-	11-111-1-				1-1-1-11--		0011
NEPH	CAEC	----		11-----					1-----		0011
CRAN	CRAN	----	1-----	1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-	1-1-1-11-11-111-						010
SCHI	KERV	----	1-----	1-----	1-1-1-1-1-11-				2-1-1-1-1-		010
GAMM	LOCU	----		1-1-					1-1-		01100
NEPH	HOMB	----	1-----	1-1-11111111-1-1112-11332323223-	4354514414514-						01101
NEME	RTIN	11111-1-	1-1-1-1-1-1-1-1-111111-	1-1-1-13-31-2-41-1-							01101
SCRO	PLAN	11111-1-	1-1-1-1-1-1-1-1-111111-	1-1-1-13-31-2-41-1-							01101
CAP1	MINI	----		1-----					1-----		01101
ENSI	MIND	----		1-----	14-11--				1-1-1-11-1-		0111
SPIO	BOMB	11-----	11-----	1143131-	1-1-116633211131-				6653651615-		1000
TELL	FABU	----		111-1113-	34422-1-	152-66-36123-1-					1001
ANAI	GROE	----	1-----		1-11-1-	1-11-2-					1001
IDOT	LINE	----			1-1-1-1-	1-1-1-2-					1001
ANAI	SUBU	----			11-----	1-1-1-1-					1001
MACO	BALT	----		14-----	1-1-11-1-11-				623-11-111111-1-		10100
MESO	SLAW	----			11-----	11-----			1-----		10100
ANAI	MUCO	11-1-	11-----	11-1151111-	1-1311-1-1-11-				5-11-6666-1-		10101
SCOL	AKMI	1111-1-1-	1211122135111-	11-1-1131'-1-1-41-		2153643556641-					10101
ETEO	LONG	----	1-1-1-	1-111-					112-2111-		10101
NATI	ALDE	1-1-	1-1-1-1-	1-----	212211-	1-1-11-1113415-					1011
CAP1	CAP1	1-11-11-	4-5-1-1-	1-1-1621-11-221-		222441-2651-514-					1011
PYGO	ELEG	1-----		1-----	1-----				43-----		1100
OLIG	OCHA	----		1-----					1-1-1-11-1-		1100
ACTI	NJAR	----	1-1-1-1-	32-----		11-11-1-1-65-					1100
SPIS	SUBT	11-----	1-----	1-12-15311-		66-1-263121-5-					11010
HARM	LUNU	----		1-----	111-1-1-	2-2-111-1-3-1-					11010
CERA	EDUL	----			1-----				5-----		11010
MACT	CORA	----			111-1-	341--111-2-2-					11010
ASTE	RUBE	----			1-1-	3-----11-1-1-					110110
EUMI	SANG	1-----	1-----	1-----	11-1-1-1-	61-344-1-31-					110110
NERE	LONG	1-----	1-----	1-----	11-----	1-1411231-225-1-					110110
GAMM	SPEC	----				1-----					110110
SPIS	SOLI	----	1-----			1-1-					110111
NERE	SUCC	----									111000
MYTI	EDUL	----							1-16-		111000
BALA	CREN	----							-65		111000
BALA	IMPR	----							-62		111000
HETE	FILI	----	1-----						1-341-36623615-		111001
CARC	MAEN	----							4-4-1-11-		11101
MYA	AREN	----							1-1-1-11-		11101
OPHI	TEXT	1-----	1-----	1-----	12-1-	1-1311143555-					11110
MYSE	BIDE	1-----	1-----	1-11-1-	1-----				623-14-1436-		11110
ENSI	PHAX	----			1-----				1-1-1-3-		11110
GYPT	ROSE	----							1-1-1-1124-1-		111100
PARI	TYPI	----							11-4-		111100
PETR	PHOL	----	1-----						1-142-		111100
VEVE	PULL	----							11-		111100
STHE	ROA	----							1-12-1-4-		111101000
AUTO	SPEC	----							1-1-1-1-		111101000
ABRA	ALBA	----							364-663-666-		111101001
PHOL	MINU	----							1-11-313-		111101001
MACR	ARCU	----							1-1-		111101001
THAR	MARI	----							1-12-211-1-		11110101
PECT	KORE	----							121-111113-4-		11110111
LANI	CONC	----							4-463466611-4-2-		111111
OWEN	FUSI	----							1-11112-2-		111111
MELI	OBTU	----							1-1-		111111
CHAE	SETO	----	1-----						1-114-11-		111111
000											

Clusternummers:

6

(4/5)

(2/3)

1

Tabel 13. Voorlopige TWINSpan-classificatie (1985-1) van dichtheidsgegevens uit
 voorjaar 1985, gebruikt bij strata-indeling 1985 voor de monstername
 voor de 3^e tocht (1985-2).

Klassegrenzen: 0-19-99-999-999-3161-9999 (ind./m²).

(1985-1; 46 soorten, 163 monsterpunten) (vgl. fig. 27 en overlay 2).

ANCU TENU	---	1---	---	1-21---	11122-4-	---	2112-22-1-1-	---	1-
ECHI CORD	---	1-1-	---	---	---	---	2-11121-2-	---	211-
PERI LONG	---	---	---	---	---	---	---	---	---
BATH GUIL	---	---	---	2-	---	---	2-2-1-2-	---	1-1-1-
MCNT FERR	---	---	---	---	---	---	1-2-	---	1-
MADE PAPI	-1-	---	1-1-	2-2-	1-1433322321	---	1-2-12-	12-222121221-1-1-	12
UROT POSE	---	---	---	2-2-	2111-4152	1-22412423-113-	221442-	232112-2-3-	---
SPID FILI	-211-	---	1-	---	22-1333-223313232	1-2-2-313-1-	12-2-12-	222-2-	---
ATYL SWAM	1111-	1-	---	2-	---	1-1-	2-	111-111-	21
BATH ELEC	31-211212213112311-	---	1-1-	2-2-1-	2-2-	1-2321222311123-	2211222222112-32	---	---
NEPH CIRR	-2-	111-12122-2122-	2111-	---	2-2211-2-	3221222121222221-	11-2-	22-1-	---
SCHI KERV	---	1-1-	---	---	---	---	1-1-	2-	1-
SCOL EDNN	---	1-2-11-	111-	---	---	1-2-2-1-1-1-	---	---	---
UROT BREV	-22111-	1-1-	---	---	---	1-1-	---	---	---
SYNC HAPL	-221-1-	1-	---	---	---	1-	---	---	---
OPHE LIMA	---	1-1-1-	3-21	---	---	---	---	---	---
PYCO ELFG	---	---	---	4-	3111-2-	---	---	---	---
EUMI SANG	---	---	---	11-	21-2-	1-	---	---	---
NEME RTIN	---	1-3-	---	21-	2-221-11-	1-1-1-	2-1121-	122-	---
ATYL FALC	---	---	---	1-	---	11-	1-1-	1-	---
SCOL ARMI	1-3-11-	331212-	21221-1213222-	12323333433323-	2123411232221322-	1222222222	---	---	---
ANAI MUCC	---	1-	---	31-	1-1221-	111-	---	---	---
LANI CGNC	---	---	---	2-2-1-	---	2-	21-	2-	---
CAP1 CAP1	-2-	1-	1-	1341-	1-22-	1-1-	1-	23	---
ETED LONG	-1-	---	---	2-	---	1-	---	---	---
OWEN FUSI	---	---	---	2-	1-123-12-2-	12-2233-12-3-	2-	2-	---
SPID EOMB	---	---	---	---	---	---	---	1-1-	---
NATI ALDE	---	---	---	---	---	---	---	1-1-	---
CHAE SETO	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ANCU FABU	---	---	---	2-2-2-	2-22-	---	---	1-	---
PECT KORE	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ABRA ALBA	---	---	---	---	---	---	---	---	---
MYSE BIDE	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ACTI NARI	-1-	---	---	1-	---	---	2-	---	---
ANAI GROE	---	---	---	1-	---	---	2-1-1-	---	---
PHOL MINU	---	---	---	---	---	---	1-	---	---
SPIS SUBT	---	1-	---	---	---	---	2-	1331-12-22-	---
DIAS RATH	---	---	---	---	---	---	1-	---	---
OPHI TEXT	---	---	---	---	---	1-11-11-	---	2-	---
ASTE RUPE	---	---	---	---	---	---	1-	---	---
NEPH HOMB	---	1-	1-12212232322111233-	1-21-	1111-12-1-	212222222111	---	---	---
NERF LONG	---	---	1-	---	2-	1-	---	---	---
THAR MARI	---	---	---	---	---	1-	---	---	---
HETE FILI	-1-	---	223-	---	---	---	---	---	---
MAGO BALI	---	---	3-	2-	24-	1-	111-	11-	---
CORO VOLU	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Clusternummers:

10

9

7/8

Klassegrenzen (zie tabel 12) (vgl. fig. 28).
(1985-1; 78 soorten, 173 stations).

[illegible][illegible]

[illegible]

Tabel 15. Uitgewerkte monsters per stratum voor 1985-1 (2^e tocht).

A. Stratum	I	II	III	IV	V	VI	gehele gebied
<u>RN-box</u> a	19	25	29	28	28	19+17	165
<u>corer-</u>						RN VV	
<u>serie*</u> b	1.3	1.7	2.0	1.9	1.9	4.4	13.2
De RN-serie omvat voor totaal 165 monsterplaatsen een monster: een RN-monster voor 148 monsterplaatsen en een VV-monster voor 17 monsterplaatsen van stratum VI (alle 17 in de Oosterschelde-monding; vgl. figuur 23).							
B. Stratum	I	II	III	IV	V	VI	gehele gebied
VV-happer a	17	18	25	-	-	36	96
serie b	3.0	3.2	4.4	-	-	6.5	
Er is voor totaal 96 monsterplaatsen een VV-hap uitgewerkt. Voor de strata IV en V zijn geen VV-happen uitgewerkt (zie bijlagen 1 en 4c).							
C. Voor totaal 173 monsterplaatsen is er een monster uitgewerkt (vgl. verspreidingskaartjes).							
- voor 71 monsterplaatsen zowel een RN- als een VV-monster							
- voor 77 monsterplaatsen alleen een RN-box							
- voor 25 monsterplaatsen alleen een VV-hap.							

a = aantal monsters

b = totaal bemonsterd oppervlak (m²)

* = voor stratum VI aangevuld met VV-happer gegevens.

Tabel 16. Algemene soorten in het gehele gebied en dichtheden-rangorde (in oplopende zin, 6 is hoogste dichtheid) tussen de strata (zie tabel 27).

Criteria om algemeen genoemd te worden:

- voor stratum: frequentie >20% en benedengrens 95%-bi $\geq 0.5 \text{ ind./m}^2$
- voor gehele gebied: frequentie (naar oppervlakte gewogen) > 9% en benedengrens 95%-bi $\geq 0.4 \text{ ind./m}^2$ (aangegeven met *)

Stratum	H	I	II	III	IV	V	VI
Macrozoöbenthos-soort:							
ANAI GROE P		.	.	6	.	.	.
ANAI MUCO P		.	.	.	6	.	.
CAPI CAPI P	*	.	.	.	.	.	.
HETE FILI P		.	.	6	.	.	.
MAGE PAPI P	*	.	3	.	6	1	.
NEPH CIRRR P	*	.	.	.	6	.	4
NEPH HOMB P	*	3	6	4	4	4	1
SCOL ARMI P	*	.	5	6	6	3	1
SPIO FILI P	*	.	3	.	6	3	.
SPIO BOMB P	*	.	6	1	4	.	.
NEME RTIN N	*	.	.	.	.	6	.
BATH ELEG A	*	.	4	1	6	4	2
UROT POSE A	*	.	6	1	6	1	.
ECHI CORD E		.	6	.	6	.	.
OPHI TEXT E	*	.	6	1	1	.	.
MACO BALT B	*	6	.	.	.	.	.
MYSE BIDE B		.	.	6	.	.	.
SPIS SUBT B	*	.	.	.	.	6	.
TELL FABU B	*	.	6	1	1	.	.
TELL TENU B		.	.	.	6	.	.
NATI ALDE G		.	6	.	.	.	.
Totaal aantal algemene soorten	14	2	11	10	13	8	4
Stratum	H	I	II	III	IV	V	VI

H = gehele gebied

De soortnaam-afkortingen en codes voor de systematische groep staan vermeld in tabel 1.

Tabel 17. Strata-vergelijking voor het voorkomen van 14 algemene soorten (criteria tabel 16).

Stratum	I	II	III	IV	V	VI
I	(2)	1/12	1/11	1/14	1/9	1/5
II	1	(11)	7/14	10/14	6/13	3/12
III	1	7	(10)	7/16	4/14	3/11
IV	1	10	7	(13)	6/15	4/13
V	1	6	4	6	(8)	3/9
VI	1	3	3	4	3	(4)

rechterbovendriehoek: aantal gemeenschappelijke algemene soorten van
het totaal aantal verschillende algemene soorten in de beide strata

linkeronderdriehoek : aantal gemeenschappelijke algemene soorten

diagonaal (..) : aantal algemene soorten in het stratum

Tabel 18. Samenvattende strata-vergelijking voor soortengroepen
(6 betekent relatief hoge waarde).

De symbolen betreffen een arbitraire interpretatie van de figuren in bijlage 4b; hoewel in veel gevallen de bi's overlap vertonen (en dus niet significant verschillen) is in de volgende presentatie gelet op de volgorde in de ligging van de bi's en hebben grotendeels samenvallende bi's hetzelfde symbool gekregen).

A. <u>Systematische groepen</u>	STRATA					
	I	II	III	IV	V	VI
<u>soortenrijkdom</u> *						
(gem. aantal soorten per box)						
alle soorten	1	6	4	6	3	2
polychaeten	1	5	4	6	3	2
crustacea	1	6	3	6	4	2
bivalven	2	6	6	4	4	1
<u>dichtheid</u> (geometrisch gem. aantal individuen per m ²)						
totale dichtheid	1	6	4	5	3	1
polyhaeten	1	6	4	6	2	1
crustacea totaal	1	6	3	6	4	2
amphipoden**	1	6	2	6	4	2
bivalven	2	6	4	3	3	1
<u>bijdrage aan de totale dichtheid</u> (% v.d. totale dichtheid)						
polychaeten	6	1	3	4	2	5
amphipoden**	1	5	3	6	5	5
bivalven	3	6	4	2	4	1
echinodermata	1	6	4	3	3	1

* alleen op basis van Reineck-box gegevens (een aaneengesloten deelgebied van stratum VI in de Oosterscheldemonding is niet met de box corer bemonsterd).

** crustacea dichtheid wordt in hoofdzaak bepaald door amphipoden.

Vergelijk tabel 1

Tabel 18. (vervolg)

B. Voedingswijze groepen		STRATA					
		I	II	III	IV	V	VI
<u>soortenrijkdom</u> *							
F, FS	: suspensie-eters	1	4	3	6	3	2
niet-(F,FS,SF)	: niet-susp. eters	1	6	4	5	3	2
S,SF,SN	: select. sedim.eters	4	6	6	6	4	1
N	: niet-sel.sedim.eters	1	6	6	5	3	2
AA,AN	: alleseters (ex AR)	-	1	1	1	1	6
AR	: alleseters/rovers	1	5	4	6	4	2
R,RA,RN,RS	: rovers (ex AR)	1	1	6	1	1	1
<u>dichtheid</u>							
F, FS	:	1	4	4	6	4	1
niet-(F,FS,SF)	:	1	6	4	5	3	2
S,SF,SN	:	1	6	3	4	2	1
N	:	1	4	5	6	3	2
AA,AN	:	-	1	1	1	6	1
AR	:	1	6	3	4	3	1
R,RA,RN,RS	:	1	6	3	3	1	1
<u>bijdrage aan de totale dichtheid</u>							
F, FS	:	1	3	4	6	5	2
niet-(F,FS,SF)	:	4	4	4	4	4	6
S,SF,SN	:	1	6	3	5	3	2
N	:	4	1	6	3	2	4
AA,AN	:	-	-	1	1	6	1
AR	:	6	3	1	1	4	5
R,RA,RN,RS	:	1	6	4	3	3	2

* alleen op basis van Reineck-box gegevens (een aaneengesloten deelgebied van VI in de Oosterscheldemonding is niet met de box corer bemonsterd).

Vergelijk tabel 1

Tabel 19. Enige parameterwaarden uit het model van Wolff (1973).

Soort:	a1	a2	a3	a10	b1	b2	b3	b4	c1	c2
ANAI GROE	3.27	.31	.09	0	.24	.57	.48	0	.39	1
ANAI MUCO	3.24	1 0.76	0	7.01	.01	.06	.10	.21	.36	1
CAPI CAPI	0	.65	.04	.36	.24	.49	.43	0	1.27	1
HETE FILI	.13	.12	.10	.23	.52	.73	1.75	.91	.71	1
LANI CONC	16.51	7.01	0	4.35	.03	.10	.13	0	.56	1
MAGE PAPI	.41	.72	.26	.27	.13	.37	.08	0	4.79	1
NEPH CIRR	8.03	2.19	1.70	1.67	.12	.10	.04	-	1.73	1
NEPH HOMB	2.37	3.60	.46	2.80	.03	.32	.58	-	.68	1
SCOL BONN	1.05	.41	0	.04	.11	.17	0	.01	2.32	1
SCOL ARMI	1.77	1.07	.03	2.13	.49	1.07	.87	.34	.86	1
SPIO BOMB	2.42	.54	.07	.23	.63	1.33	.61	0	1.09	1
SPIO FILI	1.54	.40	.17	.29	.67	.77	.40	0	1.80	1
ECHI CORD	1.41	.20	.03	.12	.40	.56	.64	.02	1.43	1
MACO BALT	0	2.35	.73	2.61	.07	.23	.39	0	.76	1
MYSE BIDE	.70	2.36	0	.73	.08	.31	.67	0	.40	1
TELL FABU	1.14	.75	0	.33	.01	.15	.16	0	1.25	1
TELL TENU	.89	.92	0	.78	0	.85	0	0	.12	.10

Verklaring van de codes:

a1 : Kanaalwater

a2 : kustwater

a3 : Haringvlietmonding (oude staat, vóór de afsluiting)

a10: Oosterscheldebekken

b1 : $D_{50} > 2 \phi$; medium en grof zand

b2 : $2 < D_{50} < 3 \phi$; fijn zand

b3 : $3 < D_{50} < 4 \phi$; slibrijk zand

b4 : $D_{50} > 4 \phi$; slib (modder)

c1 : sortering $< 0.45 \phi$; goed gesorteerd

c2 : sortering $> 0.45 \phi$; minder goed gesorteerd

Per soort geven de onderlinge verhoudingen tussen de parameter-waarden per factor (a of b of c) een indruk van de situatie waarbij de hoogste frequentie te verwachten valt (als bijv. $c_1=4$ en $c_2=1$ zoals bij MAGE PAPI betekent dit dat de soort een voorkeur vertoont voor een goed gesorteerd sediment, terwijl als bijv. $a_1=0$ zoals bij CAPI CAPI de soort niet in het Kanaalwater te verwachten is).

Tabel 20. Vergelijking van de BOVO-frequenties (1985-1) met kansen berekend met parameterwaarden van Wolff (1973)(zie tabel 19) voor de ecologische klassen A en B (zie tekst).

			frequentie BOVO		kans Wolff	
			A	B	A	B
ANAI GROE	P		.11	.16	.07	.16
ANAI MUCO*	P		.13	.07	.21	.48
CAPI CAPI	P		.22	.22	.33	.27
CHAE SETO	P		.07	.05	.10	.08
ETEO LONG	P		.01	.05	.23	.34
EUMI SANG	P		.05	.04	.21	.38
HETE FILI	P		.05	.25	.06	.08
LANI CONC	P		.12	.07	.32	.50
MAGE PAPI	P		.48	.23	.72	.23
NEPH CAEC	P		.06	.02	.31	.34
NEPH CIRR	P		.36	.18	.32	.20
NEPH HOMB	P		.70	.64	.54	.68
NEPH LONG	P		-	-	.13	.10
NERE LONG*	P		.08	.13		
PECT KORE*	P		.04	.11	.43	.57
SCOL BONN	P		.10	.05	.15	.07
SCOL ARMI	P		.66	.70	.63	.68
SPIO FILI*	P		.35	.16	.43	.27
SPIO BOMB	P		.39	.43	.54	.51
NEMERTIN	N		.22	.16		
ATYL SWAM	A		.13	.11		
BATH ELEG	A		.57	.27		
BATH GUIL	A		.16	.07		
UROT POSE	A		.59	.29		
ECHI CORD	E		.19	.14	.15	.11
OPHI TEXT	E		.25	.34		
MACO BALT	B		.17	.11	.34	.42
MYSE BIDE	B		.04	.11	.25	.52
MYTI EDUL	B		-	-	.04	.12
SPIS SUBT	B		.16	.23		
TELL FABU	B		.31	.21	.13	.11
TELL TENU	B		.19	.05	.09	.08
NATI ALDE	G		.16	.18		

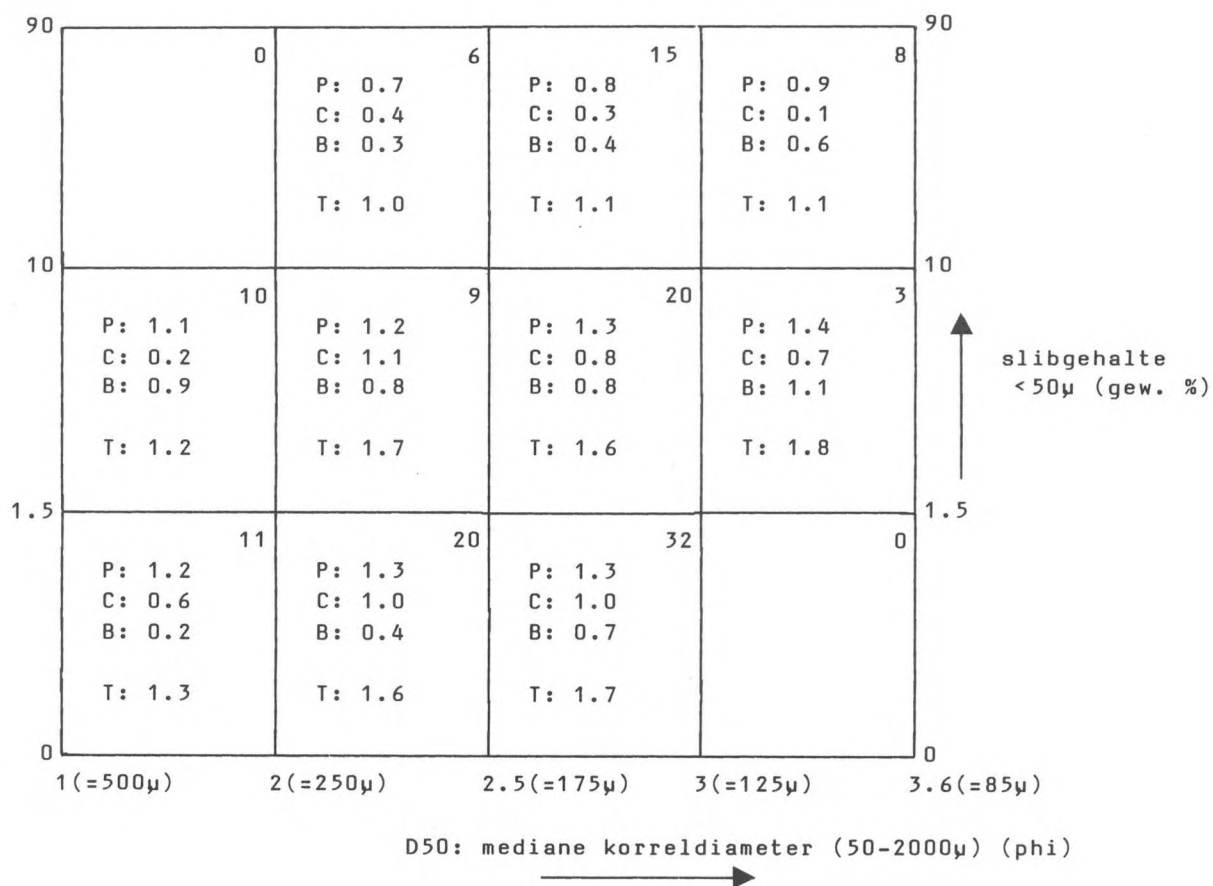
Van de 152 waarnemingen liggen er 139 in de klassen A en B (kustwater met D50 tussen 2 en 3 phi), 60% daarvan ligt in klasse A in goed gesorteerd sediment en de overige 56 monsterplaatsen hebben minder goed gesorteerd sediment (klasse B).

Soortnaamcodes worden verklaard in tabel 1.

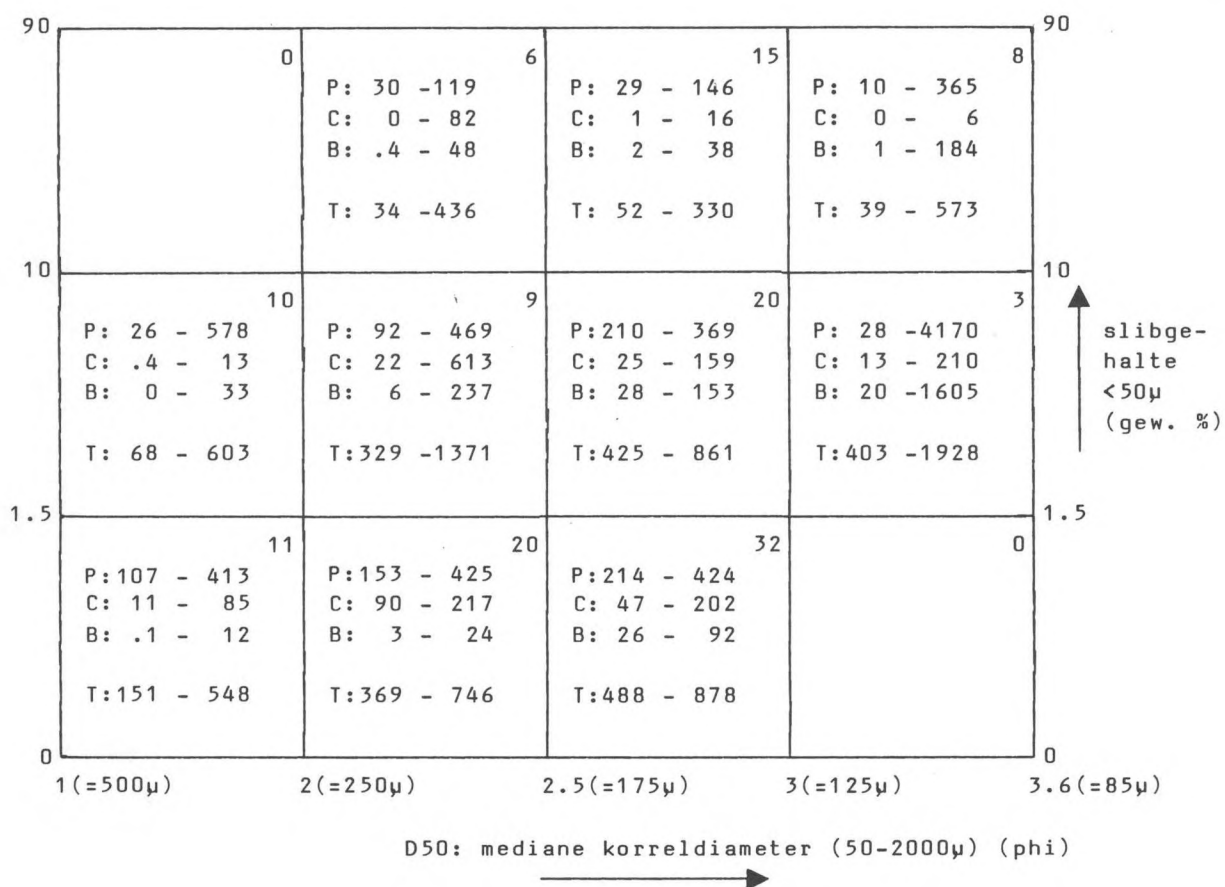
*) vlg. tabel 1 i.v.m. andere soort aanduiding bij Wolff (1973).

Tabel 21. Gemiddelde dichtheden per m² (excl. spreiding);
10Log (x+1) per D50/slib klasse

T = (voor alle soorten) totale dichtheid - alleen RN boxen gebruikt
P = polychaeten - rechtsboven staat aantal
C = crustaceeën (excl. cirripedia) waarnemingen per klasse
B = bivalven (vgl. figuur 48)



Tabel 22. 95%-betrouwbaarheidsintervallen voor geometrisch gemiddelde
dichtheden per m² (teruggetransformeerd) per D50/slibklasse.
(zie tabel 21)

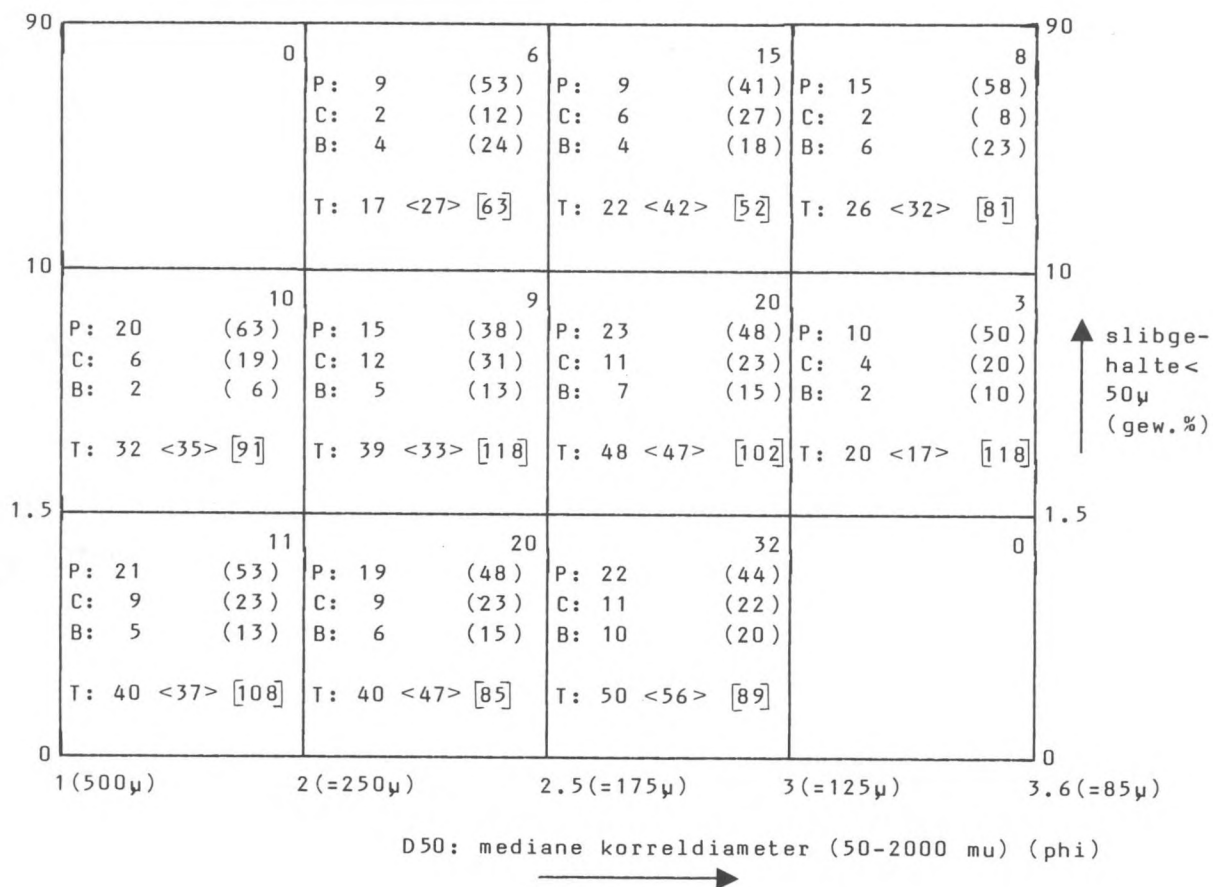


Tabel 23. Totale soortenaantallen cumulatief per D50/slibklasse
(vgl. tabel 21 en fig. 4)

bemonsterd oppervlak per klasse = aantal (RN)monsters * 0.068 m²

(): % van totale aantal soorten

[]: % van het verwachte soortenaantal dat afgelezen is uit figuur 4 en vermeld staat tussen < >



Tabel 24. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen (DECORANA) met omgevingsvariabelen.

gegevens 1984		79 soorten, 64 stations			
		eigenwaarden DECORANA-assen			
		.587	.149	.109	.090
	df	as 1	as 2	as 3	as 4
D50 (phi)	59	+.44***	-.49***	-	-
D50 (μ)	59	-.44***	+.49***	-	-
Sortering (phi)	59	.38**	-	-	.35**
Scheefheid (phi)	59	-	-	-	-
Zand %	59	-.53***	-	-	-
Slib %	59	.59***	-	-	-
Grint %	58	.40**	.26*	-	-

(verwacht; zie D50-phi)

sedimentgegevens
RU Gent
(vgl. Van der Weiden,
1986a)

D50 phi	58	.50***	-.57***	-	-
Stand.afwijking	58	.59***	-	-	.31**
Scheefheid	58	-.43**	.40**	-	-
Kurtosis	58	-	-	-	-
Organisch stof %	59	.78***			
Slib %	59	.53***	-	-	-
Diepte t.o.v. NAP	59	-	-	-	-

sedimentgegevens
RWS Middelburg
(vgl. Van der Weiden,
1986a)

Tabel 24. (vervolg)

	df	as 1	as 2	as 3	as 4
meiofauna totale dichtheid	19	.48*	-	-	-
totaal aantal meiofauna taxa	19	-	-	-	-
Nematoden totale dichtheid	19	.61**	-	-	-
soortenaantal Nematoden	18	-	-	-	-
Nematoden biomassa	17	[.49]	-	<.40>	-
Copepoden totale dichtheid	19	[-.42]	-	-	-
soortenaantal Copepoden	19	-.52*	-	-	-
Copepoden totale biomassa	19	-	-	-	-

meiofaunagegevens
RU Gent
(vgl. Vanreusel e.a.,
1986)
[] bijna
signif.*

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

*** $P < 0.001$

df: aantal vrijheidsgraden

Tabel 25. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen
(vgl. tabel 24) met omgevingsvariabelen.

gegevens 1985-1				
VV-dichtheidsgegevens alleen gebruikt als er geen RN-gegevens zijn	67 soorten, 172 monsterplaatsen			
eigenwaarden DECORANA-assen	.634	.307	.240	.180

		significantie				waarde correlatiecoëff. (wanneer significant)			
		as1	as2	as3	as4	as1	as2	as3	as4
D50	(149)	***	-	**	*	.45		-.27	-.19
Sortering	(149)	**	**	-	***	.25	.24		.35
Skewness	(149)	-	-	*	-			.17	
Skewness (abs.)	(125)	-	-	-	-				
Kurtosis	(149)	-	-	-	-				
CaCO ₃ %	(149)	***	***	***	*	.73	.41	-.31	.21
Slib %	(149)	***	***	***	-	.75	.28	-.35	
Lutum %	(149)	***	-	-	-	.66			
Org. stof %	(125)	***	-	***	-	.70		-.37	
Diepte t.o.v. N.A.P	(149)	-	-	-	***				.41

Tabel 26. Spearman's rangorde-correlaties voor 4 ordinatie-assen
(vgl. tabel 24 en 25) met omgevingsvariabelen.

Gegevens 1985-1				
VV-dichtheidsgegevens en RN-gegevens per monster- plaats gemiddeld	78 soorten, 173 monsterplaatsen			
eigenwaarden DECORANA-ass.	.487	.308	.193	.147

		significantie				waarde correlatiecoëff. (wanneer significant)			
		as1	as2	as3	as4	as1	as2	as3	as4
D50	(149)	***	-	-	**	.47			.22
Sortering	(149)	***	***	-	-	.28	.30		
Skewness	(149)	-	-	-	-				
Skewness (abs.)	(125)	-	-	-	-				
Kurtosis	(149)	-	-	-	-				
CaCO ₃ %	(149)	***	***	***	-	.76	.55	.32	
Slib %	(149)	***	***	***	**	.80	.46	.33	.21
Lutum %	(149)	***	***	***	***	.70	.28	.27	.27
Org. stof %	(125)	***	**	***	**	.78	.26	.29	.26
Diepte t.o.v. N.A.P.	(149)	-	-	**	***			.22	.44

Tabel 27a. Frequentie en dichtheidsgegevens voor de 14 meest algemene bodemdierensoorten in de Voordelta in voorjaar 1985.

De soorten zijn in volgorde van de geometrisch gemiddelde dichtheid gerangschikt (in bijlage 4a zijn deze gegevens grafisch uitgezet).

Soort	F	%	G	BT	B1	B2	B3	B4	B5	B6	AT	A1	A2	A3	A4	A5	A6	N
1. SCOL ARMI P	F1	70	14	10-20	0-1	1-7	0	4-29	1-7	0-2	59	15	68	118	102	41	35	119
2. NEPH HOMB P	F2	62	9	6-12	3-28	36-117	10-38	9-35	10-39	1-5	33	44	102	47	43	44	11	115
3. BATH ELEG A	F3	52	5	3-7	-	3-19	1-4	8-36	4-22	2-6	23	-	37	10	49	38	12	80
4. UROT POSE A	F5	38	4	3-5	-	16-134	1-14	20-103	2-18	0-1	66	-	292	78	182	59	3	73
5. NEPH CIRP P	F4	42	3	2-4	-	0-4	0-4	4-20	0-3	2-8	14	-	11	12	32	7	13	59
6. MAGE PAPI P	F6	36	2.5	2-3.5	0-2	2-12	0-4	10-55	1-6	0-2	22	3	26	12	87	13	4	62
7. SPIO BOMB P	F7	30	2.5	1.5-3.5	0-1	16-90	2-13	8-51	0-2	0-1	34	2	171	27	112	5	7	65
8. SPIO FILI P	F8	28	1.7	1-2.5	0-1	1-7	0	4-29	1-7	0-2	18	5	22	1	60	26	3	44
9. SPIS SUBT B	F10	22	1.2	.7-1.8	-	0-4	1-5	0-1	2-17	0-2	21	-	55	27	3	46	17	33
10. CAPI CAPI P	F9	20	1.1	.6-1.7	0-2	0-5	0-3	0-4	0-3	0-2	18	13	40	15	27	16	15	35
11. TELL FABU B	F12	19	1.0	.7-1.4	0-1	15-94	1-8	1-8	0-2	-	13	1	108	32	23	5	0	45
12. NEMERTIN N	F11	18	.8	.4-1.2	-	0-2	0-3	0-3	1-4	0-1	7	-	4	8	6	7	8	31
13. MACO BALT B	F14	18	.8	.5-1.2	1-12	0-3	0-3	0-1	0-5	0-1	12	36	39	25	4	23	1	30
14. OPHI TEXT E	F13	18	.8	.5-1.0	0-1	7-32	1-6	1-5	0-2	-	7	5	40	10	12	8	-	45

Oppervlakte aandeel (%) 100 7 4 12 18 18 41 100 7 4 12 18 18 41

De waarden zijn afgerond op hele getallen (behalve bij de lage waarden van G en BT)

De dichtheidsgegevens zijn gebaseerd op de RN-serie (vgl. tabel 15)

T = betreft gehele gebied

A_i = aritmetisch gemiddelde dichtheid N/m^2 (puntschatting) voor de strata I t/m VI en voor het gehele gebied (AT)

B_i = 95%-betrouwbaarheidsinterval van de geometrisch gemiddelde dichtheid (1 t/m 6) voor de strata I t/m VI en voor het gehele gebied (BT) N/m^2

F = frequentie volgorde (het frequentie % is naar oppervlakte gewogen, omdat sommige kleine strata relatief veel monsterpunten bevatten, vgl. N).

G = geometrisch gemiddelde dichtheid N/m^2
soort ontbreekt

N = aantal van de 165 monsters waarin de soort werd aangetroffen.

- = soort ontbreekt

De soortnamen en systematische groep worden verklaard in tabel 1.

Tabel 27b. Scheefheid van de niet-getransformeerde dichtheden voor de 14 meest algemene soorten, berekend per stratum.

De scheefheid ($1/k$) is berekend met de formule:

$$1/k = (s^2 - \bar{x}) / (\bar{x}^2); \text{ vergelijk ook Axelsson e.a., 1975.}$$

Bij een log-normale verdeling van de waarnemingen wordt een scheefheid van ca. 0.5 verwacht (zie Elliot, 1979). Slechts bij enkele soorten (NEPH HOMB, SCOL ARMI en TELL FABU) wordt hieraan in sommige strata enigszins voldaan (de scheefheid is in die gevallen tussen haakjes aangegeven).

Bijlage 5 geeft per stratum een beeld van de verdeling van de log-getransformeerde waarnemingen (m.b.v. "box-and-whisker" plaatjes).

Stratum Steekproefgrootte	I 19	II 25	III 29	IV 28	V 28	VI 36
$1/k$ (presentie-%)						
Soort:						
1. SCOL ARMI P	10 (21)	1.4 (88)	(.9) (90)	1.1 (93)	(.8) (75)	6 (56)
2. NEPH HOMB P	1.9 (58)	(.3) (92)	(1.0) (79)	(1.0) (79)	(.7) (79)	4 (39)
3. BATH ELEG A	- (0)	2 (56)	5 (31)	1.4 (75)	1.8 (61)	3 (53)
4. UROT POSE A	- (0)	3 (76)	4 (38)	2 (86)	3 (50)	11 (14)
5. NEPH CIRP P	- (0)	4 (28)	4 (24)	1.6 (61)	4 (25)	1.4 (58)
6. MAGE PAPI P	6 (16)	3 (48)	4 (28)	3 (75)	3 (39)	5 (19)
7. SPIO BOMB P	- (5)	3 (84)	3 (52)	3 (71)	11 (14)	14 (11)
8. SPIO FILI P	- (5)	4 (32)	- (3)	2 (61)	6 (36)	5 (19)
9. SPIS SUBT B	- (0)	10 (16)	6 (28)	14 (7)	3 (54)	26 (11)
10. CAPI CAPI P	17 (11)	12 (24)	8 (24)	16 (25)	10 (21)	24 (19)
11. TELL FABU B	- (5)	(.8) (76)	6 (34)	2 (36)	6 (18)	- (0)
12. NEMERTIN N	- (0)	7 (16)	5 (24)	3 (29)	3 (32)	17 (8)
13. MACO BALT B	6 (42)	9 (12)	15 (14)	9 (11)	8 (29)	8 (11)
14. OPHI TEXT E	- (5)	1.7 (76)	2 (41)	4 (32)	15 (14)	- (0)

$$N=n1+n2+n3+n4+n5+n6=165$$

Figuren

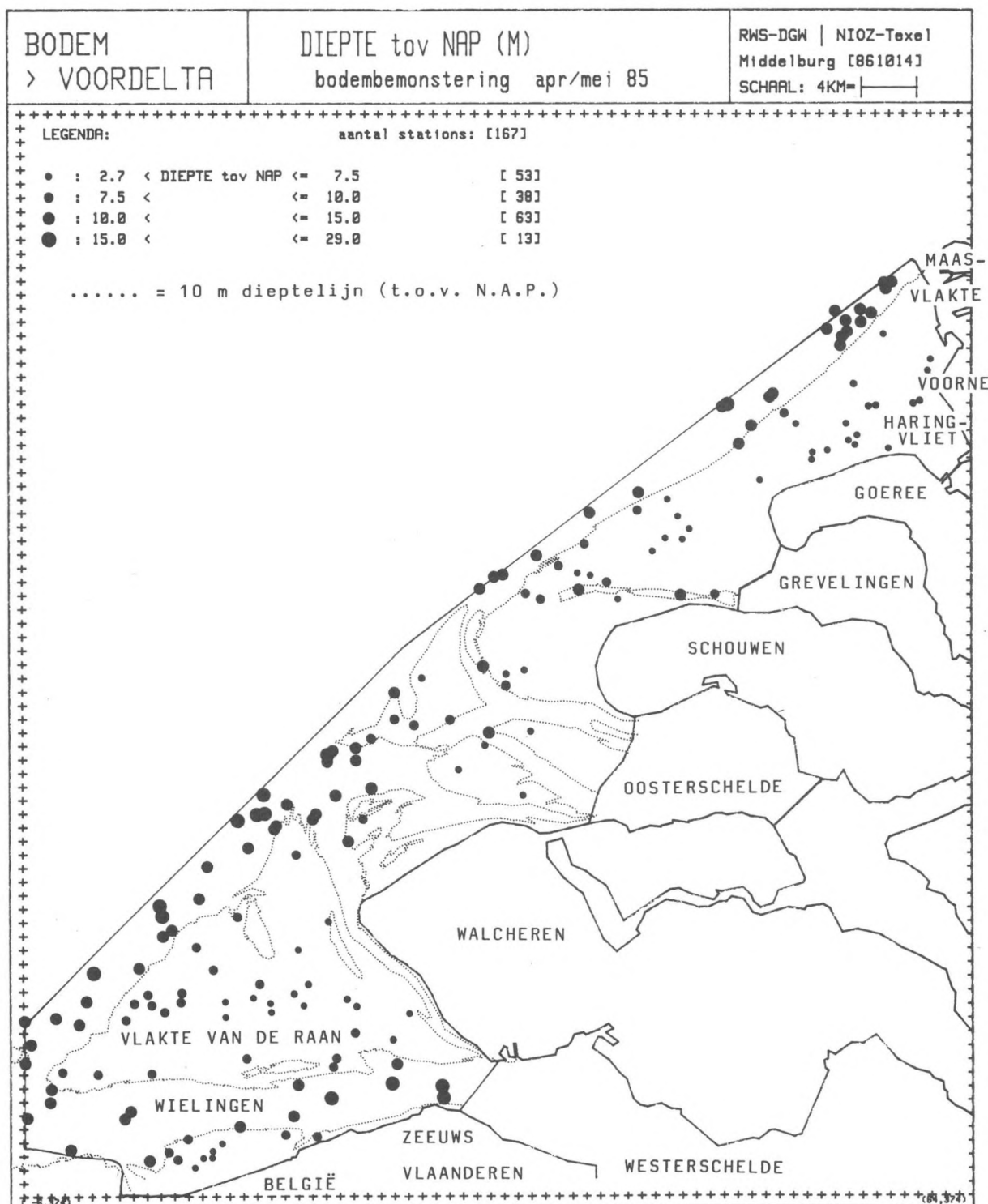
LIJST VAN FIGUREN

- Fig. 1. Overzichtskaart van het bemonsterde gebied met de diepte t.o.v. N.A.P. (in meters).
- Fig. 2. Schema werkwijze BOVO-macrozoöbenthos-onderzoek (iteratieve aanpak).
- Fig. 3a. Histogrammen van de penetratie (in cm) van de Van Veenhapper en de Reineck-box corer.
- Fig. 3b. VV-penetratie uitgezet tegen RN-penetratie per monsterpunt (cm).
- Fig. 3c. Totale dichtheid per Reineck-box en de totale dichtheid per Van Veenhap tegen elkaar uitgezet.
- Fig. 4. Relatie tussen het cumulatief aantal soorten en het bemonsterd oppervlak, berekend met voorjaarsgegevens (1985) voor 148 Reineck-box monsters.
- Fig. 5a. Een frequentieverdeling.
- Fig. 5b. De bijbehorende Box-and-Whisker plot.
- Fig. 5c. Het geometrisch gemiddelde met 95%-betrouwbaarheidsinterval.
- Fig. 5d. Het scheidend vermogen van een Van Veen happer en een Reineck-box corer
- Fig. 6a. Een monsterpunt in een twee-dimensionale soortsruimte.
- Fig. 6b. Een TWINSPAN-tabel.
- Fig. 6c. Een dimensiereductie van een tweedimensionale soortsruimte naar een één-dimensionale ordinatie ruimte.
- Fig. 7. Mediane korreldiameter van de zandfractie (ϕ) op de monsterpunten van april-mei 1985.
- Fig. 8. Sortering op de monsterpunten van april-mei 1985.
- Fig. 9a. Slibgehalte op de monsterpunten april-mei 1985.
- Fig. 9b. Lutumgehalte op de monsterpunten april-mei 1985.
- Fig. 9c. Organische stofgehalte op de monsterpunten april-mei 1985.
- Fig. 10. De mediane korreldiameter in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots.
- Fig. 11. De sortering in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots.

- Fig. 12. Het slibgehalte in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots.
- Fig. 13. De diepte in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots.
- Fig. 14. Dichtheidsschattingen op verschillende niveau's.
- Fig. 15. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Anaitides groenlandica in voorjaar 1985.
- Fig. 16. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Anaitides mucosa in voorjaar 1985.
- Fig. 17. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Nephtys cirrosa in voorjaar 1985.
- Fig. 18. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Nephtys hombergii in voorjaar 1985.
- Fig. 19. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Scoloplos armiger in voorjaar 1985.
- Fig. 20. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Bathyporeia elegans in voorjaar 1985.
- Fig. 21. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Corophium volutator in voorjaar 1985.
- Fig. 22. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Macoma balthica in voorjaar 1985.
- Fig. 23. Totaal aantal soorten per Reineck-box van Van Veen-hap. Bemonsteringen van april-mei 1985.
- Fig. 24. Totale dichtheid in de Reineck-box of Van Veen-hap (per m²). Bemonsteringen van april-mei 1985.
- Fig. 25. TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984) gebruikt voor de strata-indeling 2^e tocht (1985-1). Invoer: dichtheden van 33 soorten op 56 stations.
- Fig. 26. TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984). Invoer: dichtheden van 79 soorten op 64 stations.
- Fig. 27. TWINSpan-resultaten van de 2^e tocht (1985-1) gebruikt voor de strata-indeling 3^e tocht (1985-2). Invoer: dichtheden van 46 soorten op 163 monsterpunten.

- Fig. 28. TWINSpan-resultaten van de 2^e tocht (1985-1). Invoer: dichtheden van 78 soorten op 173 monsterpunten.
- Fig. 29a. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor de algemene soorten in het gehele gebied (voorjaarsgegevens 1985, strata-indeling-1984 op basis van 1^e tocht).
- Fig. 29b. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor enkele minder algemene soorten voor het gehele gebied (voorjaarsgegevens 1985; strata-indeling-1984).
- Fig. 29c. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor de algemene soorten in het gehele gebied (najaarsgegevens 1984, strata-indeling 1984).
- Fig. 30. Als figuur 29a, voor stratum 1 (1985-1 gegevens).
- Fig. 31. Als figuur 29a, voor stratum 2 (1985-1 gegevens).
- Fig. 32. Als figuur 29a, voor stratum 3 (1985-1 gegevens).
- Fig. 33. Als figuur 29a, voor stratum 4 (1985-1 gegevens).
- Fig. 34. Als figuur 29a, voor stratum 5 (1985-1 gegevens).
- Fig. 35. Als figuur 29a, voor stratum 6 (1985-1 gegevens).
- Fig. 36. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de mediane korreldiameter.
- Fig. 37. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de sortering.
- Fig. 38. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van het slibgehalte.
- Fig. 39. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de diepte.
- Fig. 40. De "preferenties" van Nephtys cirrosa.
- Fig. 41. De "preferenties" van Nephtys hombergii.
- Fig. 42. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Scoloplos armiger anderzijds.
- Fig. 43. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Macoma balthica anderzijds.

- Fig. 44. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Natica alderi anderzijds.
- Fig. 45. De relatie tussen de mediane korreldiameter en de diepte enerzijds en de dichtheid van Tellina fabula anderzijds.
- Fig. 46. De relatie tussen de mediane korreldiameter en de diepte enerzijds en de dichtheid van Tellina tenuis anderzijds.
- Fig. 47. De relatie tussen de mediane korreldiameter en het slibgehalte enerzijds en het totaal aantal soorten per RN-box anderzijds.
- Fig. 48. De relatie tussen de mediane korreldiameter en het slibgehalte enerzijds en de totale dichtheid per monster anderzijds.
- Fig. 49. Spearman's rangordecorrelatie tussen het slib % ($< 50 \mu$) en de eerste DECORANA-as (voor dichtheidsgegevens voor 78 soorten op 173 monsterplaatsen).
- Fig. 50. Spearman's rangordecorrelatie tussen diepte t.o.v. N.A.P. en de vierde DECORANA-as (voor dichtheidsgegevens voor 78 soorten op 173 monsterplaatsen).
- Fig. 51. Macrozoöbenthos-onderzoek in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee (gewijzigd naar Govaere e.a., 1980).
- Fig. 52. Het gemiddeld aantal soorten per Reineck-box core per stratum en voor het gehele gebied.
- Fig. 53. De gemiddelde totale dichtheid per stratum en voor het gehele gebied.

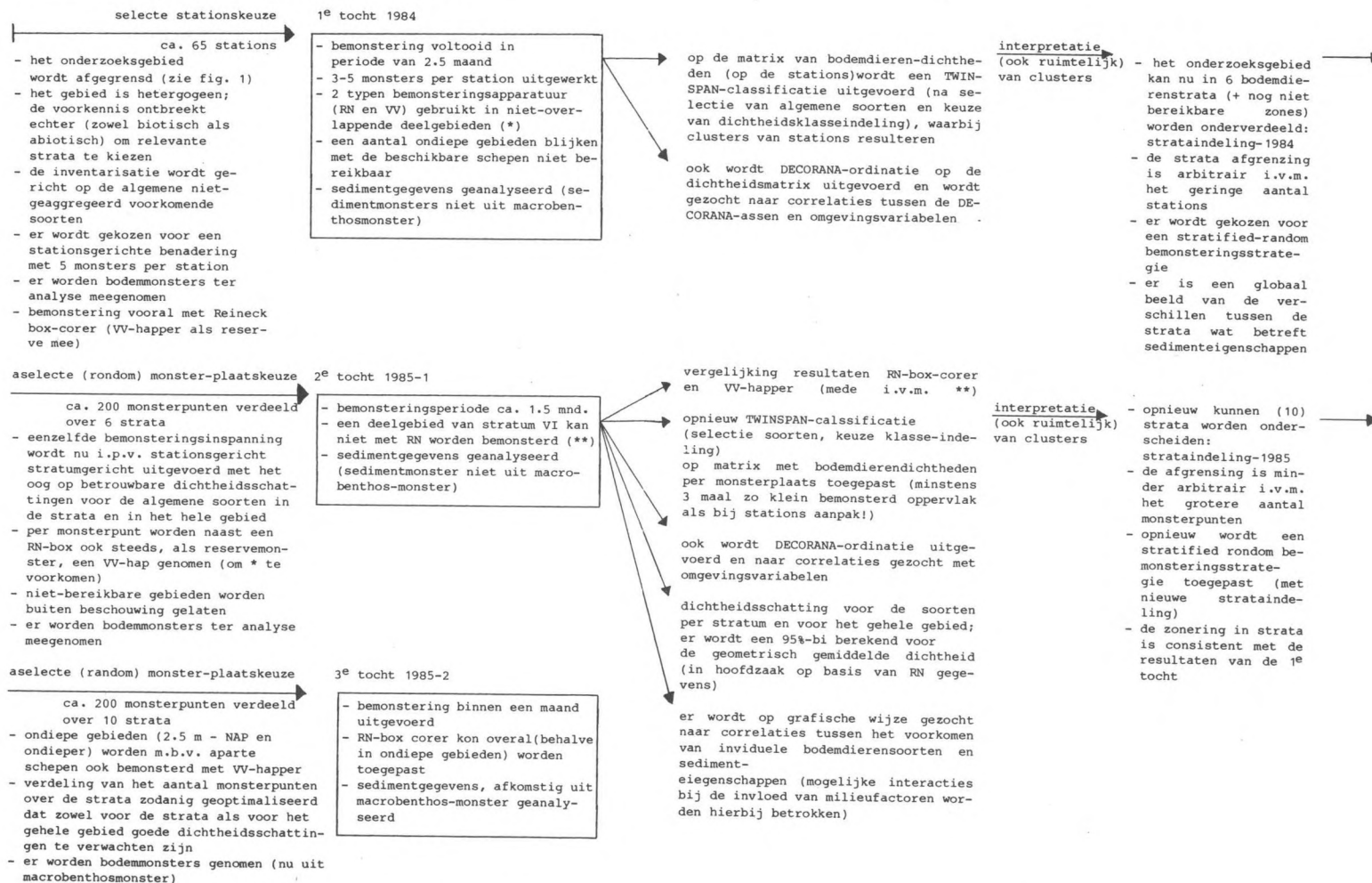


Figuur 1. Overzichtskaart van het bemonsterde gebied met de diepte t.o.v. N.A.P. (in meters).

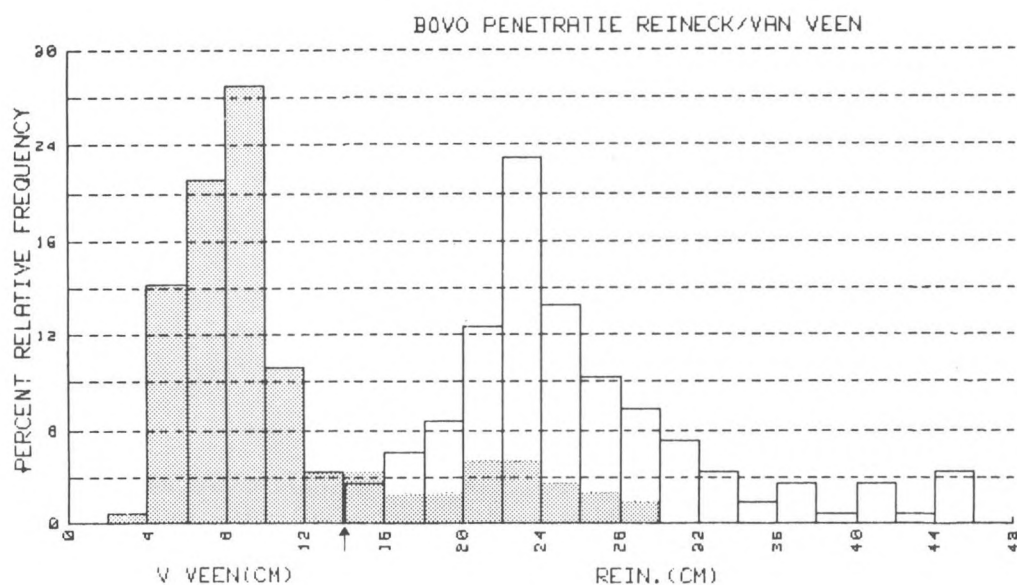
a. Globaal (iteratieve opzet)



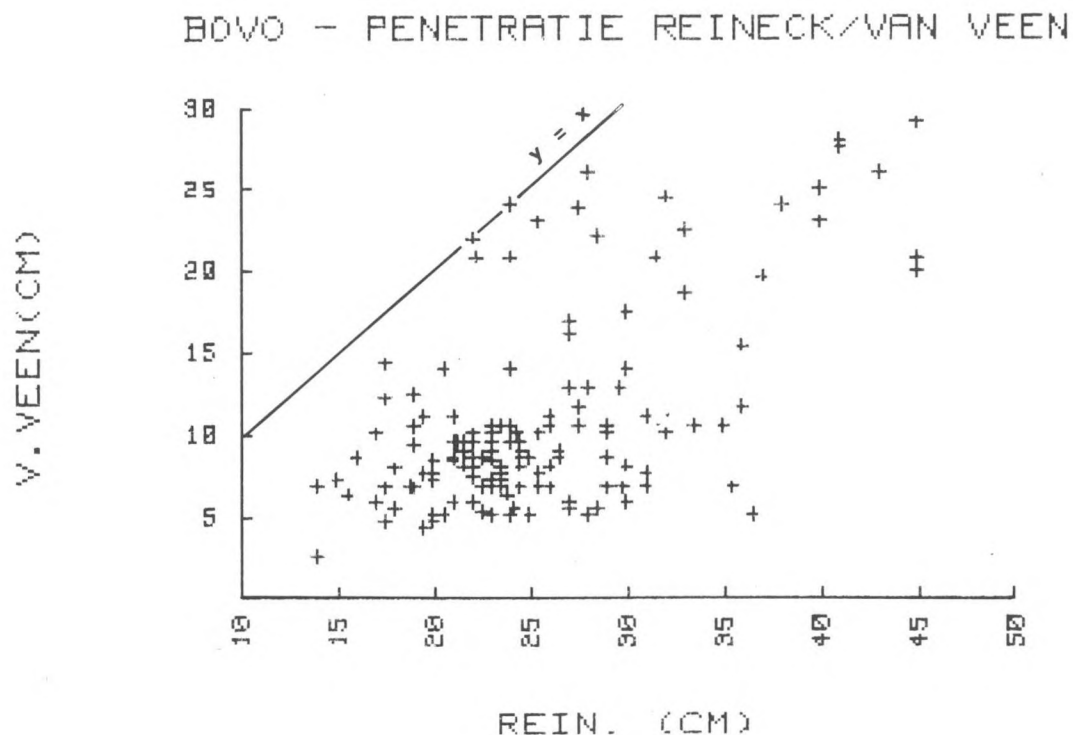
b. Meer in detail (met daarin arbitraire keuzes aangegeven)



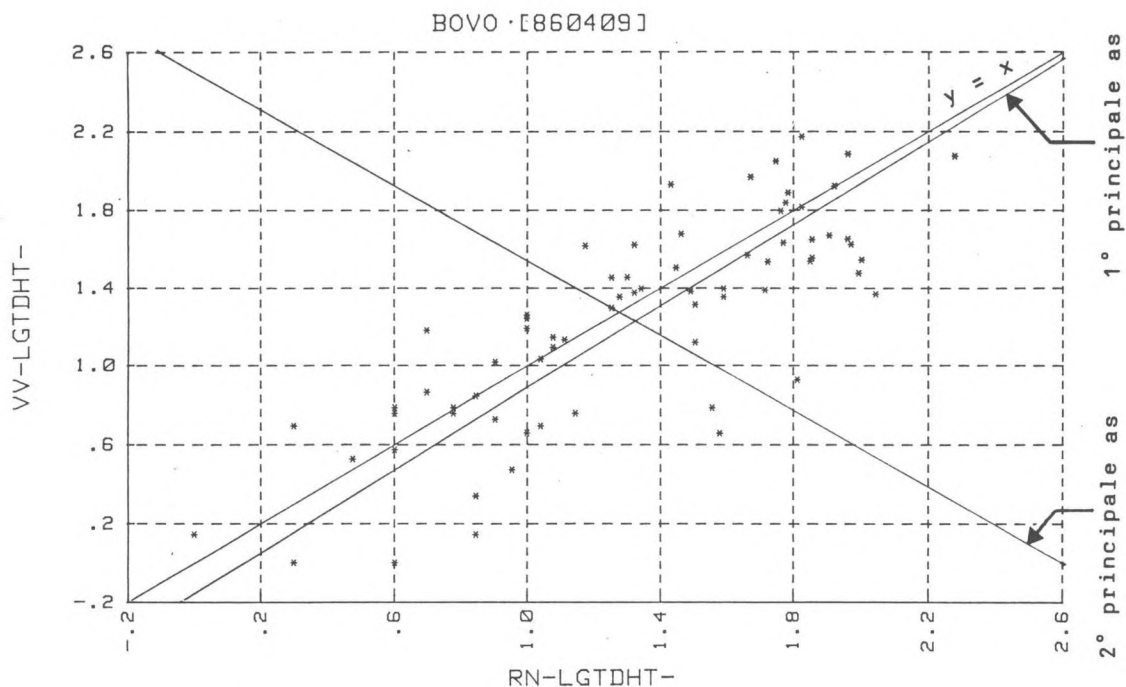
Figuur 2. Schema werkwijze BOVO-macrozoöbenthos onderzoek (iteratieve aanpak).



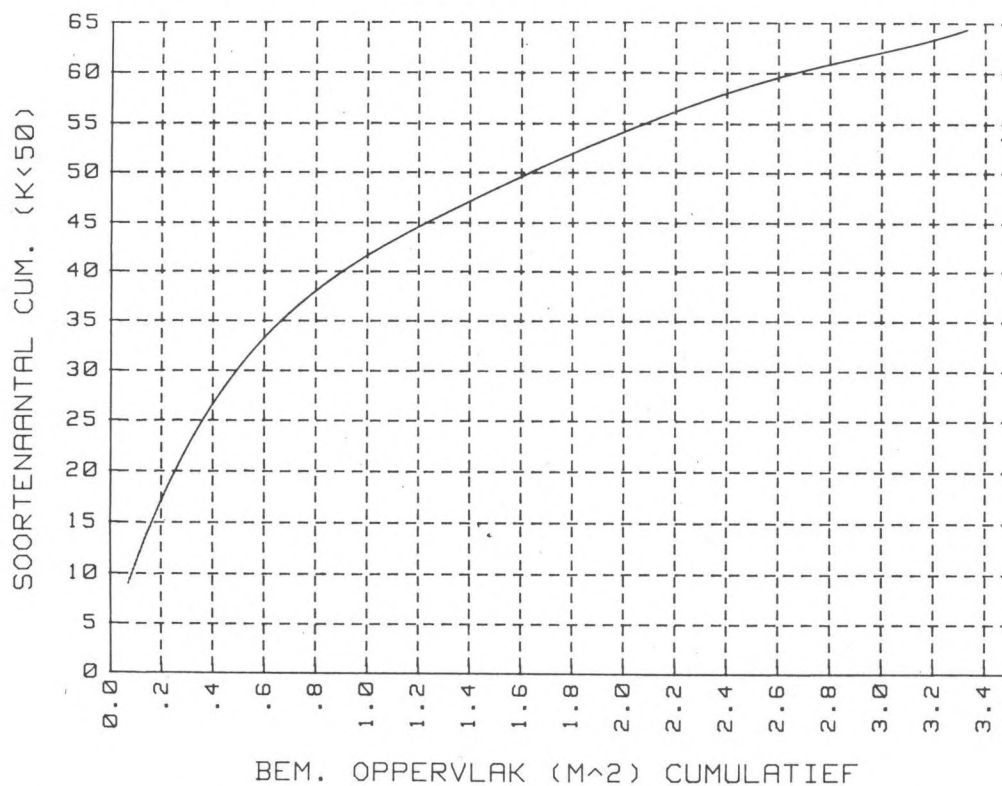
Figuur 3a. Histogrammen van de penetratie (in cm) van de Van Veenhapper en de Reineck-box corer. Links van het pijltje liggen geen RN-waarden.



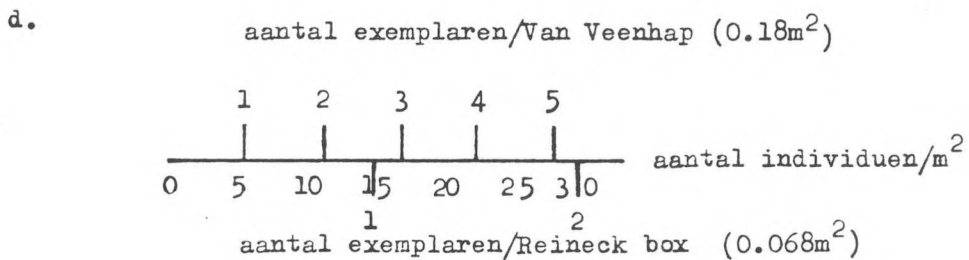
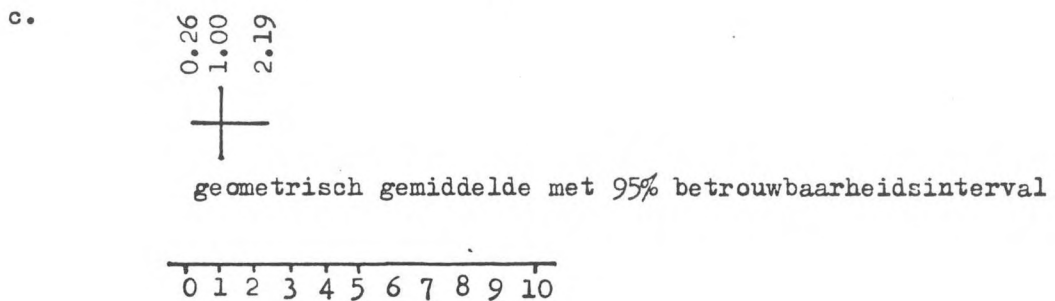
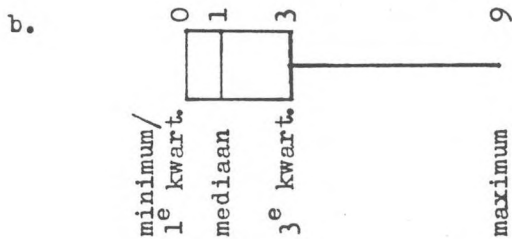
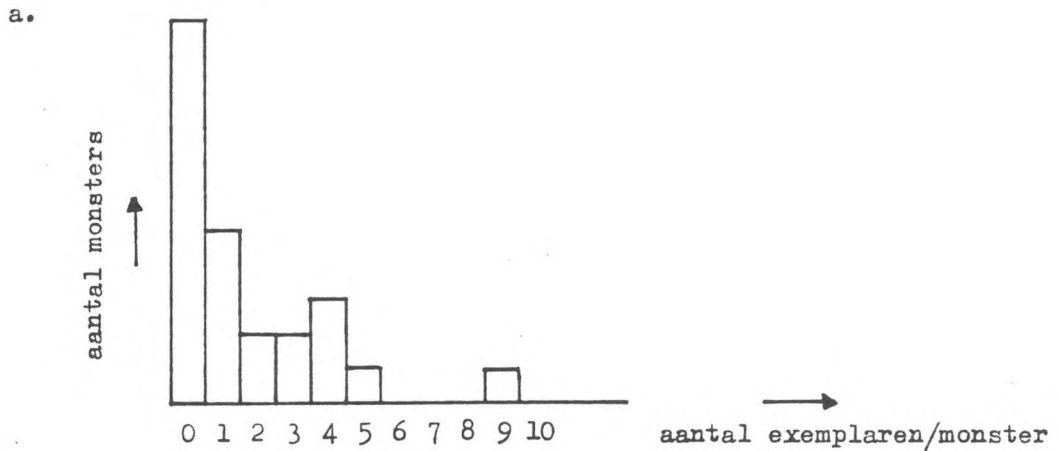
Figuur 3b. VV-penetratie uitgezet tegen RN-penetratie per monsterpunt (cm).



Figuur 3c. Totale dichtheid per Reineck-box en de totale dichtheid per Van Veenhap tegen elkaar uitgezet ($10 \log x$, x dichtheid per 0.068 m^2) ($N=71$).



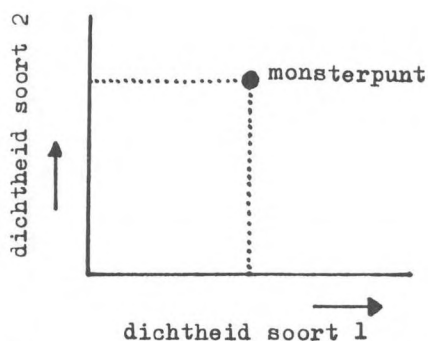
Figuur 4. Relatie tussen het cumulatief aantal soorten en het bemonsterd oppervlak, berekend met voorjaarsgegevens (1985) voor 148 Reineck-box monsters.



Figuur 5.

- Een frequentieverdeling ($n=25$).
- De bijbehorende Box-and-Whisker plot (minimum is hier gelijk aan het eerste kwartiel).
- Het geometrisch gemiddelde met 95%-betrouwbaarheidsinterval.
- Het scheidend vermogen van een Van Veenhapper en Reineck-box corer.

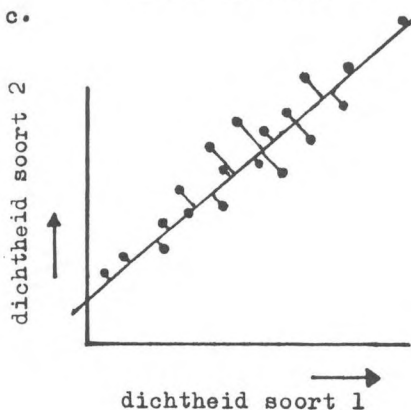
a.



b.

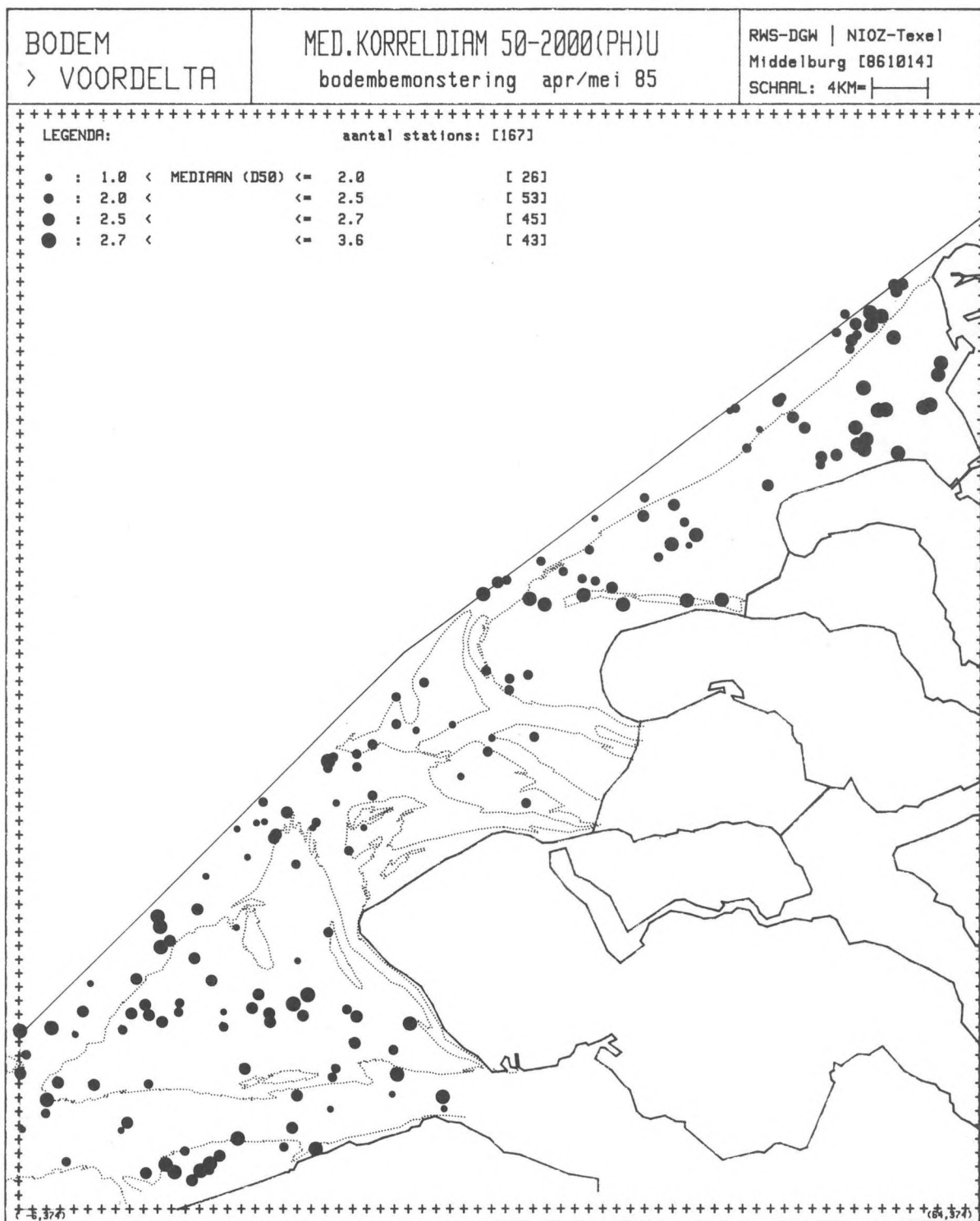
monsterpunt:													soorten
1 1 1													indelings-
SOORT:	2	1	9	8	0	7	6	3	1	2	4	5	code:
SOLI SEM	2	1	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	0000
PHRA COM	5	3	4	1	5	-	-	-	-	-	-	-	0001
IVA FRU	4	5	2	1	1	3	-	-	-	-	-	-	0010
SPAR PAT	3	2	5	4	-	5	-	-	-	-	-	-	0011
SCIR OLN	-	1	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	01
DIST SPI	-	5	4	1	4	5	4	5	-	4	2	4	100
ATRI PAT	2	3	1	-	-	3	2	2	1	4	1	1	101
SALI EUR	-	-	-	-	2	2	-	2	3	4	1	1	1100
SPAR ALT	-	-	1	4	2	-	1	3	5	5	5	3	1101
SALI VIR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	1110
SUAE MAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	1110
JUNC GER	-	-	-	-	-	1	5	1	-	-	-	-	1111
	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
	0	0	0	1	1		0	1	0	0	1	1	
	0	0	1	0	1			0	1	0	1		
	0	1											
	indelingscode												
	monsterpunten												

c.

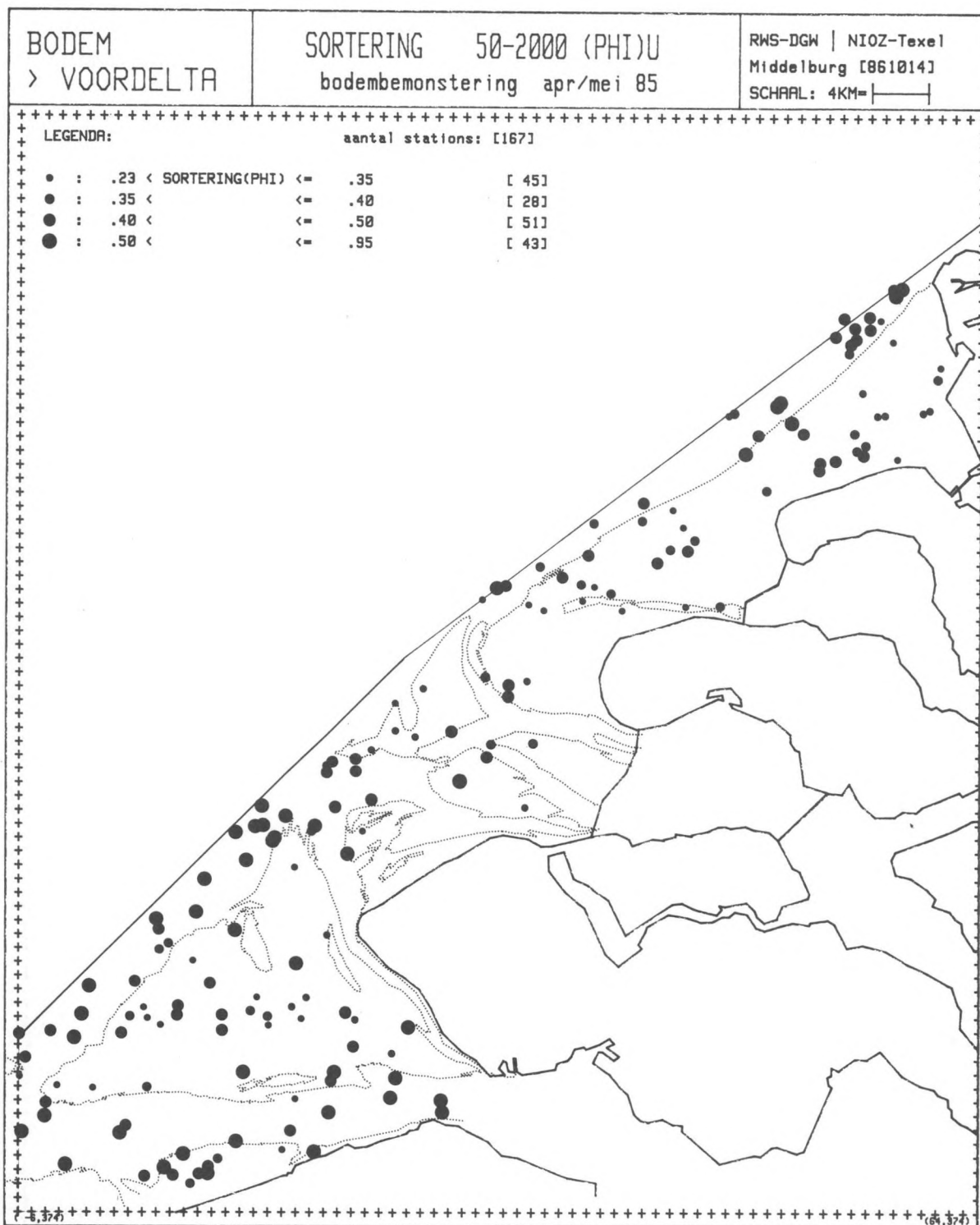


Figuur 6.

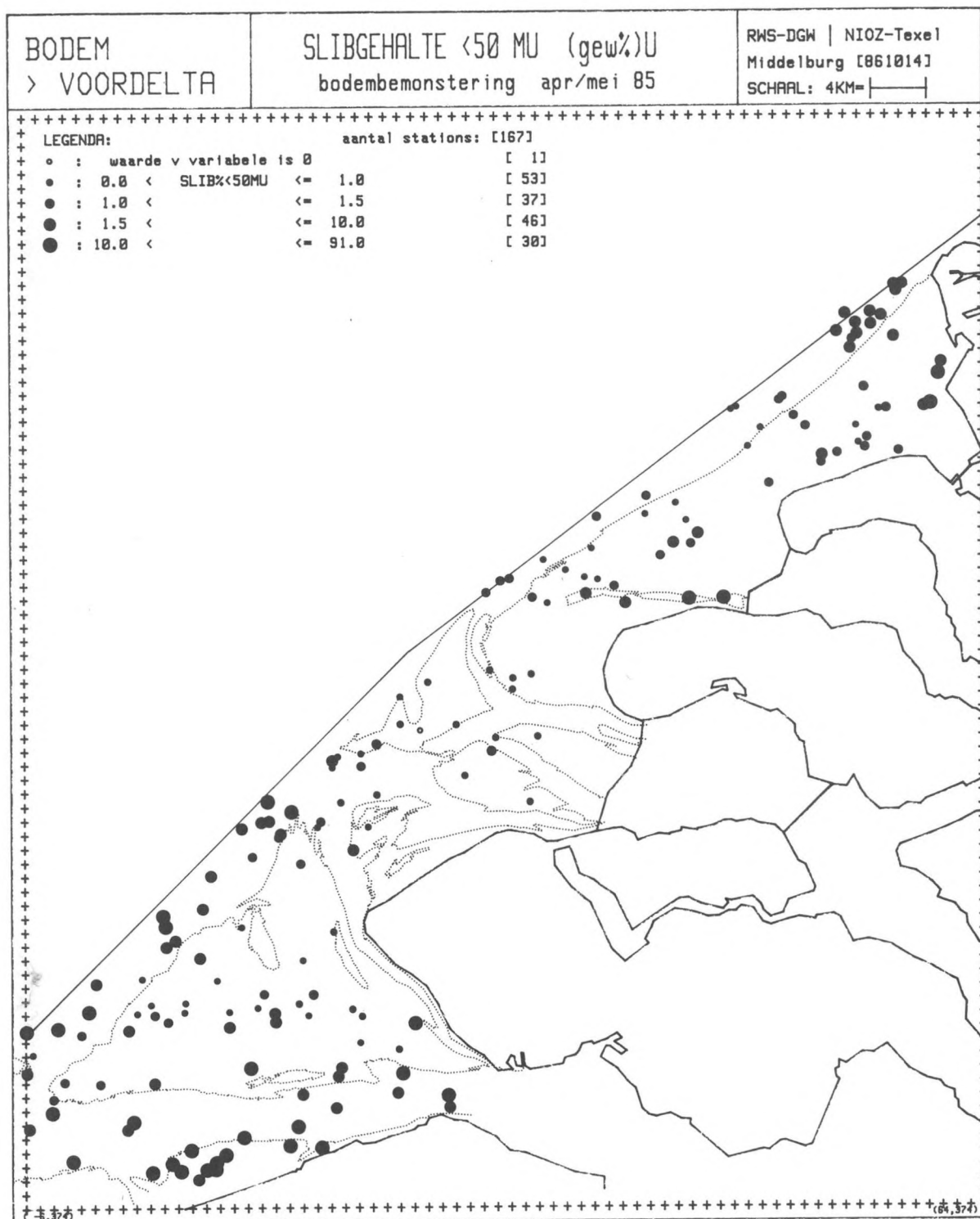
- Een monsterpunt in een twee-dimensionale soortruimte. De dichtheid van soort 1 is a en van soort 2 is b voor dit monsterpunt.
- Een TWINSPAN-tabel. De 1-groep bestaat uit de monsterpunten 6, 3, 1, 2, 4 en 5. De 11-groep uit de punten 1, 2, 4 en 5. Enz.
- Een dimensiereductie van een twee-dimensionale soortruimte naar een één-één-dimensionale ordinaatieruimte.



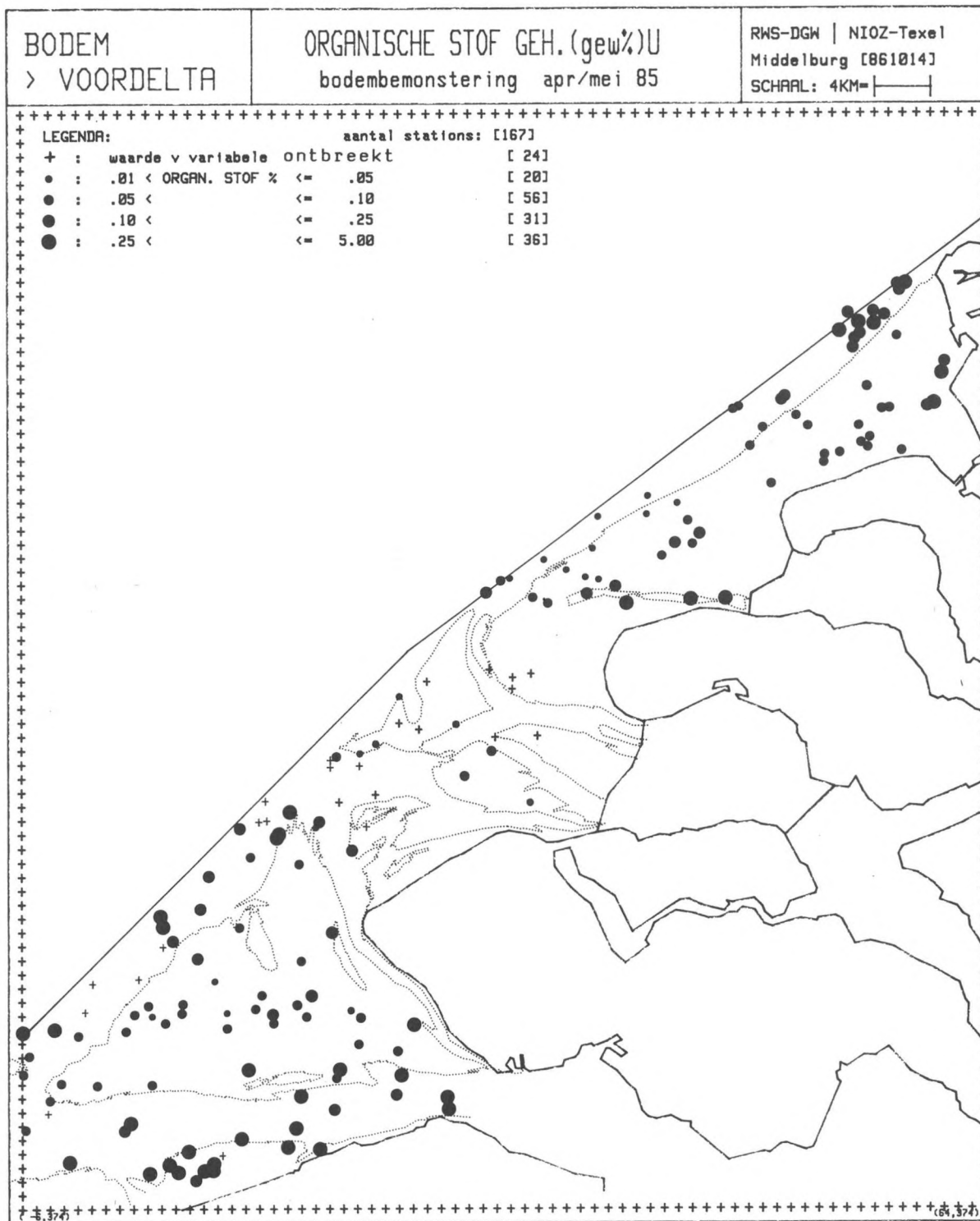
Figuur 7. Mediane korreldiameter van de zandfractie (phi) op de monsterpunten van april-mei 1985.



Figuur 8. Sortering op de monsterpunten van april-mei 1985.

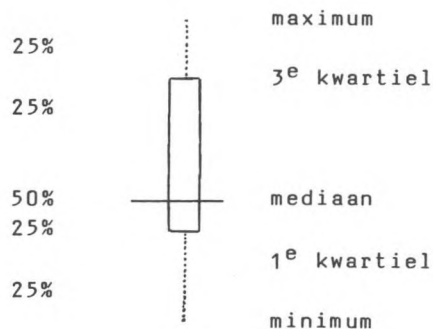


Figuur 9a. Slibgehalte op de monsterpunten april-mei 1985.



Figuur 9c. Organische stofgehalte op de monsterpunten april-mei 1985.

Legenda Box-and-Whisker diagrammen:



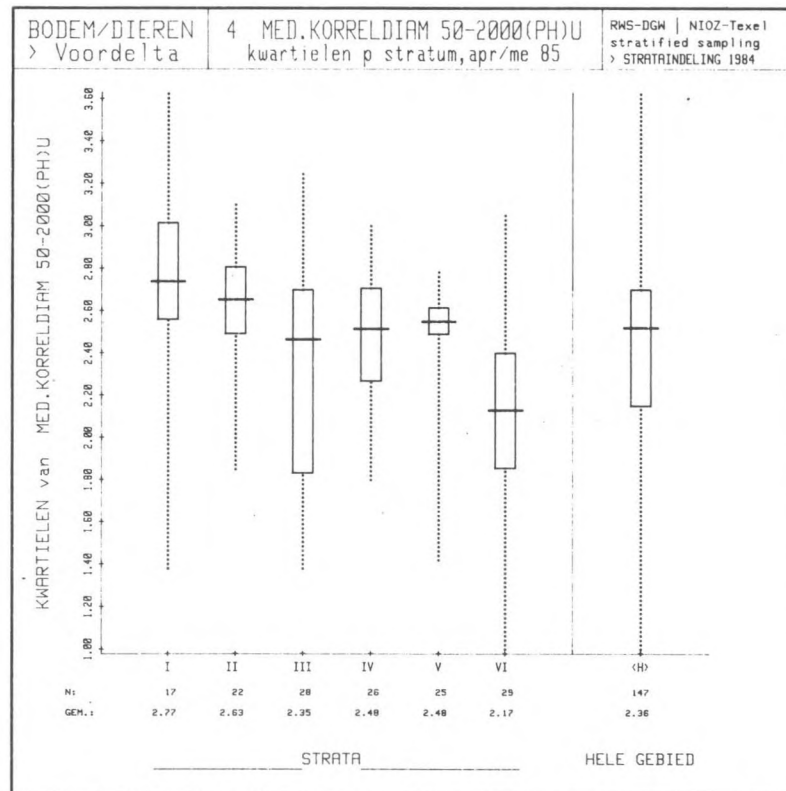
% van het aantal waarnemingen

H Het plaatje is gebaseerd op alle waarden voor het gebied, niet gewogen naar oppervlakte (geen rekening houdend met de ongelijke bemonsteringsdichtheid van de strata)

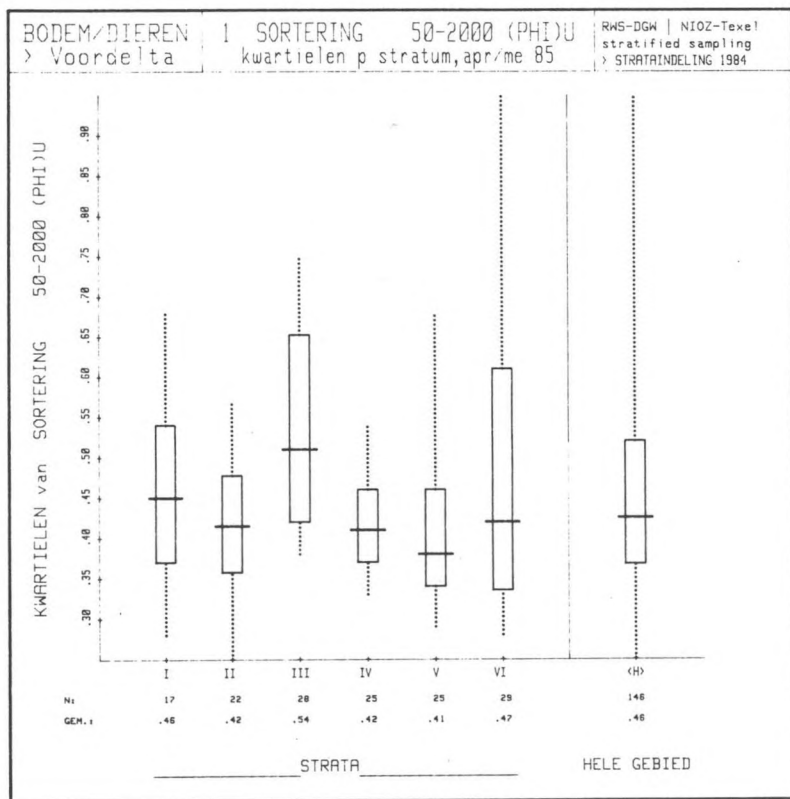
N = aantal monsterplaatsen

GEM = gemiddelde waarde, bij percentage via arcsin-transformatie bepaald

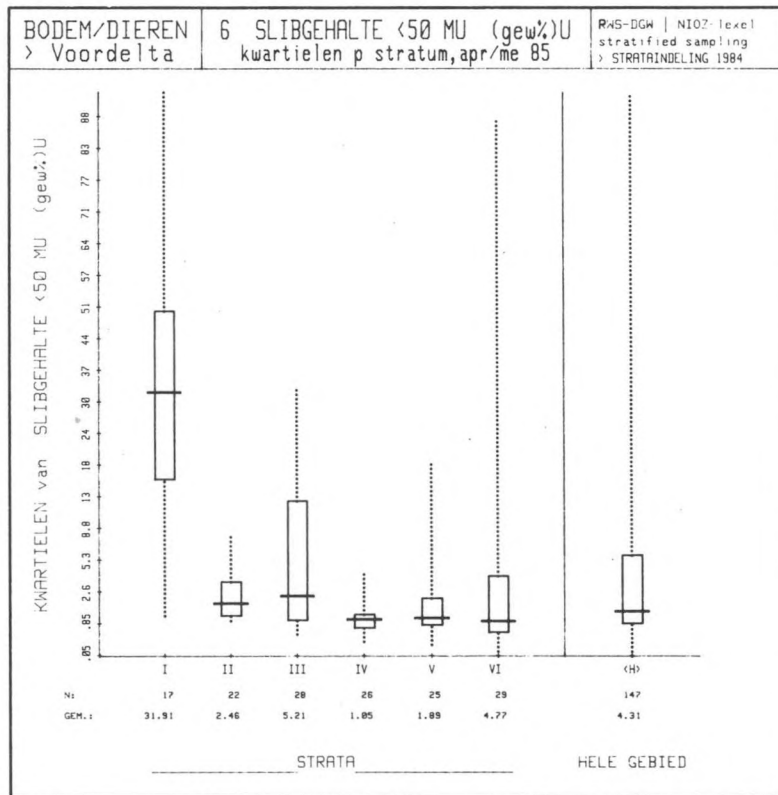
Bij de factor slibgehalte zijn de waarden uitgezet als arcsin-waarden en zijn naast de as teruggetransformeerde waarden vermeld.



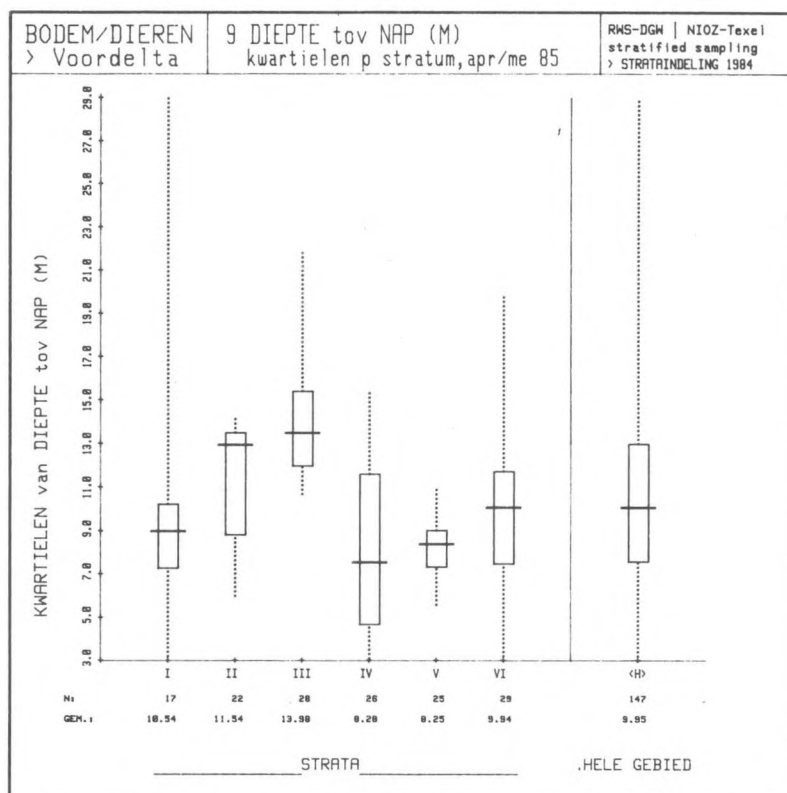
Figuur 10. De mediane korreldiameter in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots.



Figuur 11. De sortering in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots (zie fig. 10).



Figuur 12. Het slibgehalte in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots (zie fig. 10).



Figuur 13. De diepte in elk stratum en in het gehele gebied, weergegeven met behulp van Box-and-Whisker plots (zie fig. 10).

(punt) dicht-
heidsschat-
ting per
soort voor
een monster-
punt (per
m²) in een
stratum

aselecte
(random)
monster-
plaatskeuze
binnen een
stratum

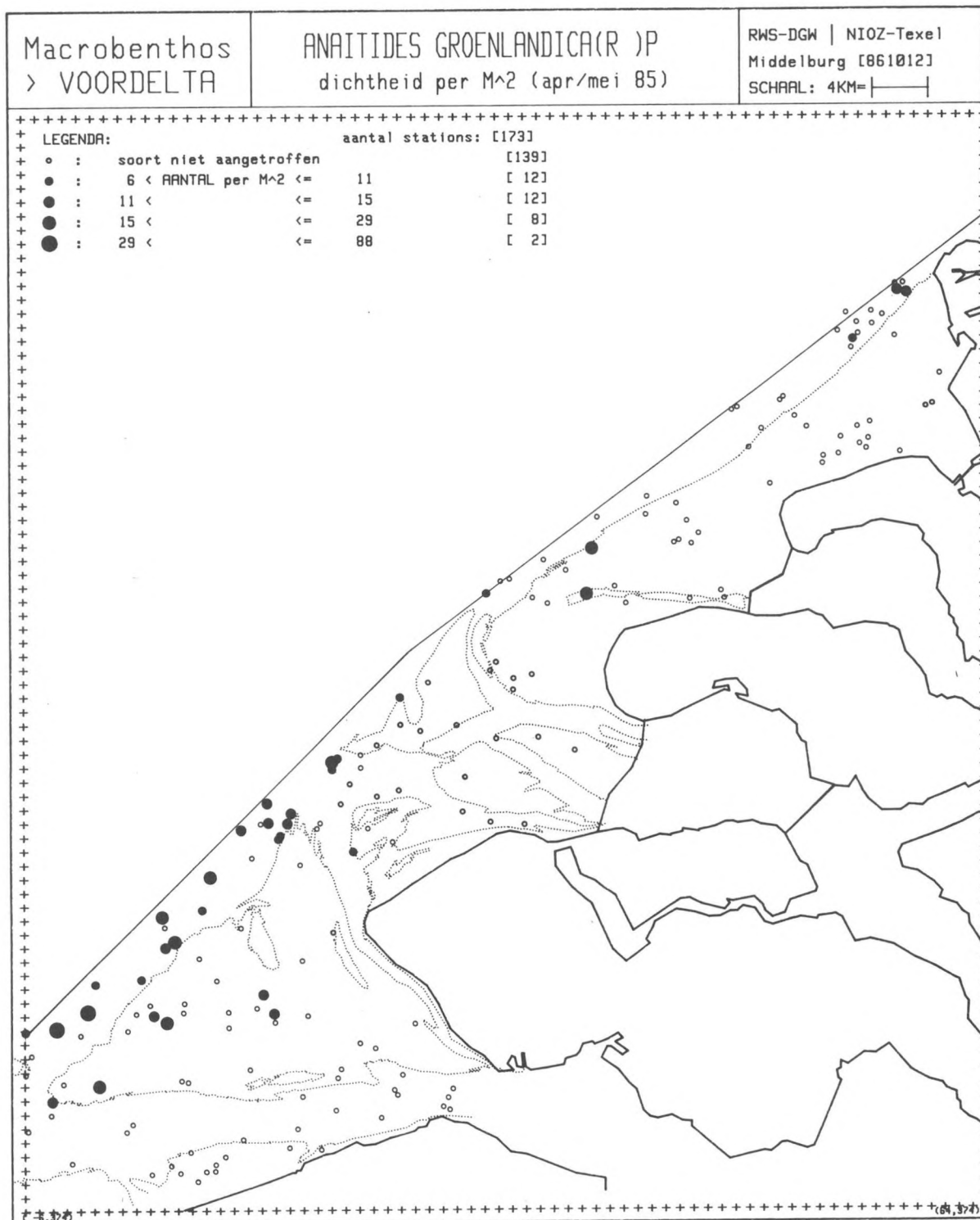
interval (95%-
bi) schat-
ting voor de
geometrisch
gemiddelde
dichtheid
per m²
per stratum

weging
m.b.v.
oppervlakte
verhouding
en op basis
van de dicht-
heidsvarian-
ties in de
strata

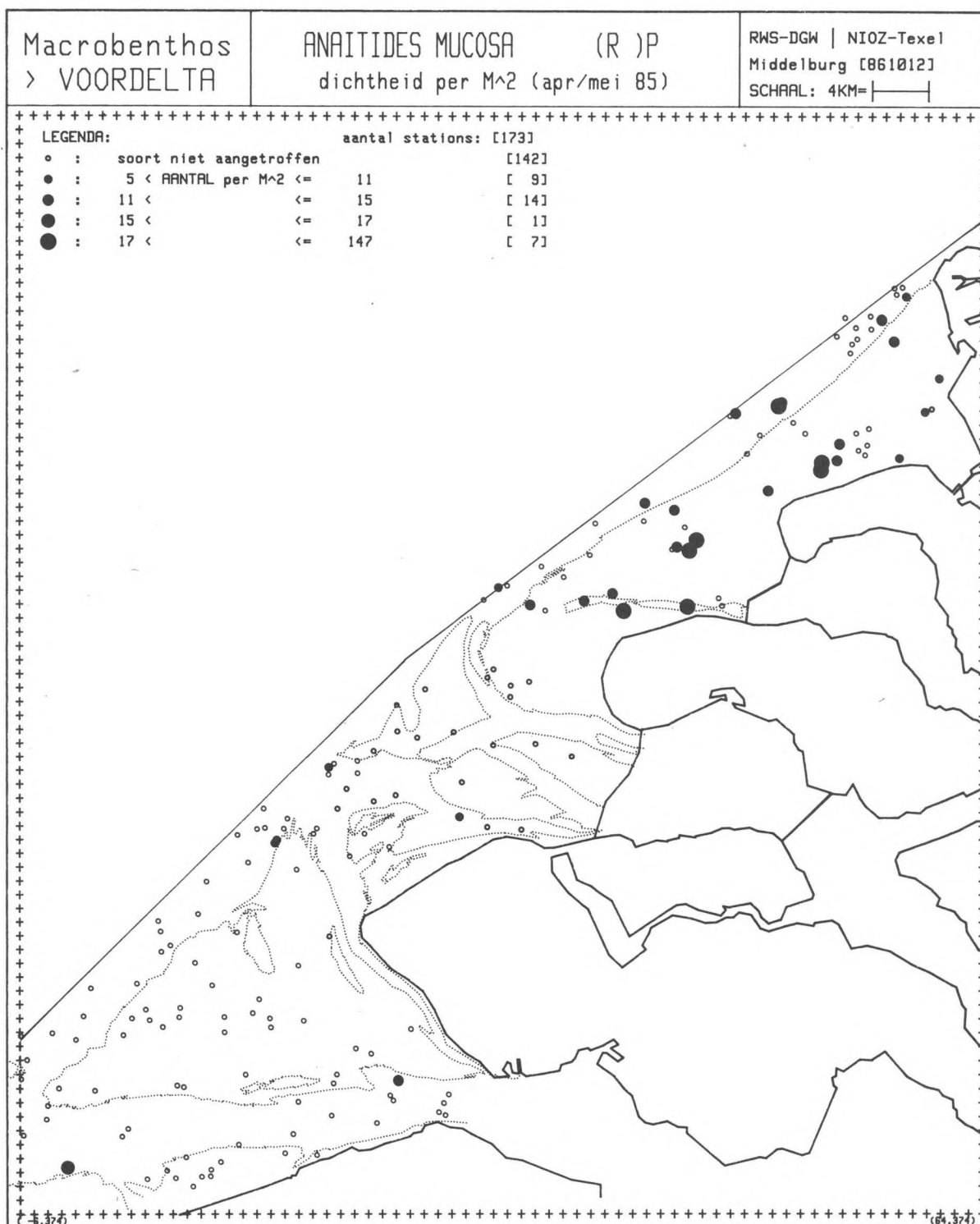
interval-
schatting
voor de
geometrisch
gemiddelde
dichtheid
per m²
voor het ge-
hele gebied

↑
strata-indeling is
vooraf bepaald op
basis van de
gegevens van de
voorafgaande tocht

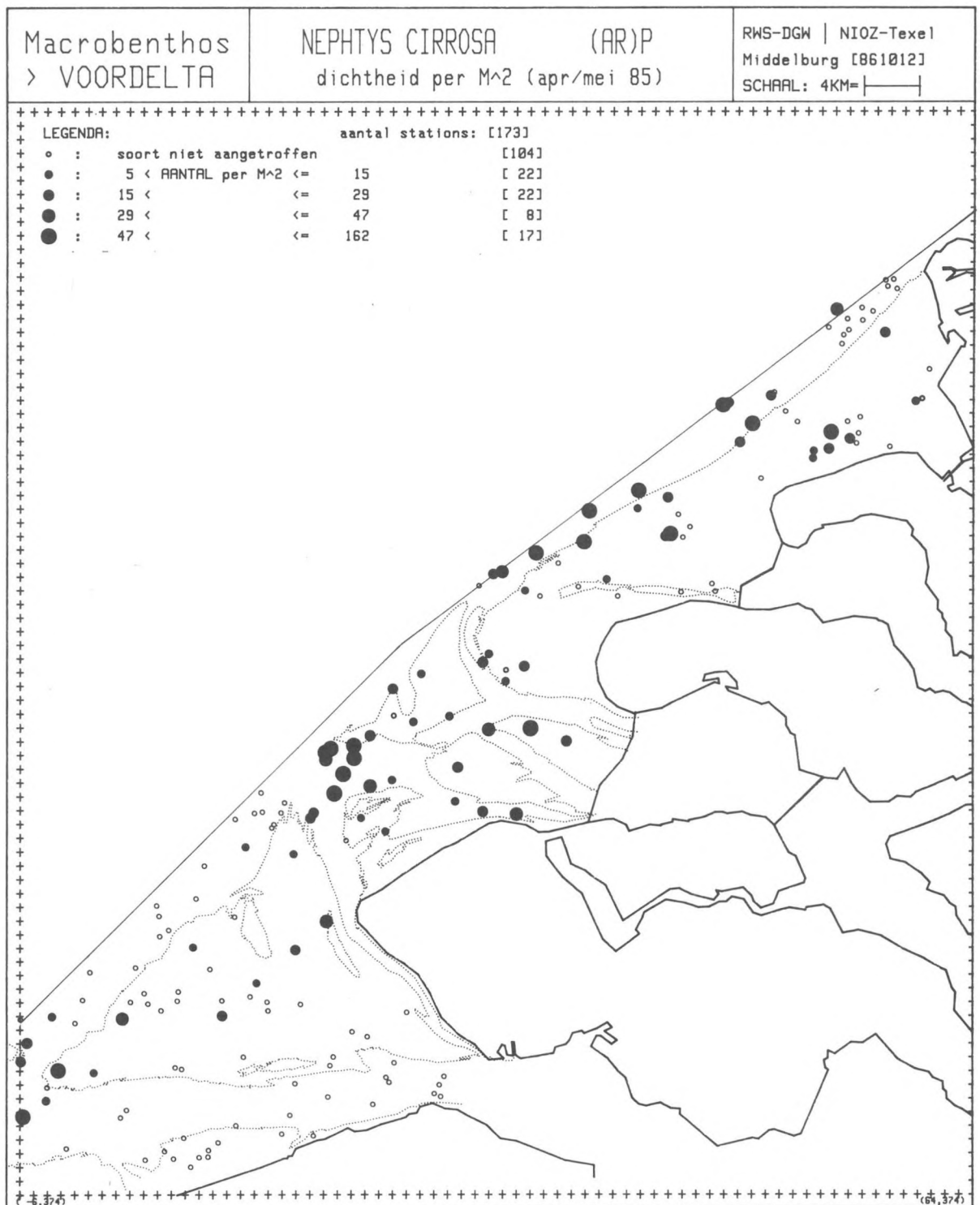
Figuur 14. Dichtheidsschattingen op verschillende niveau's (vgl. fig. 2).



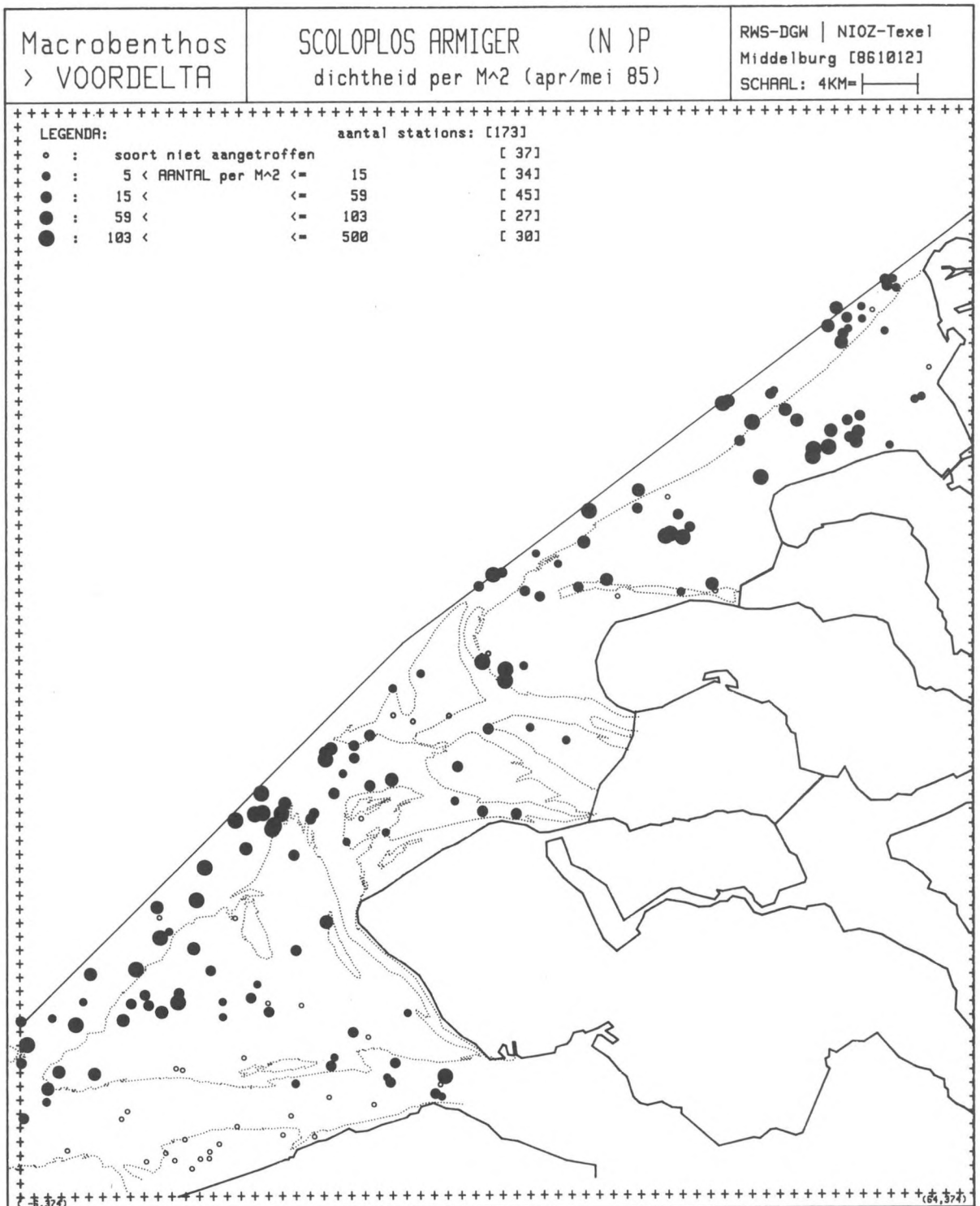
Figuur 15. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Anaitides groenlandica in voorjaar 1985.



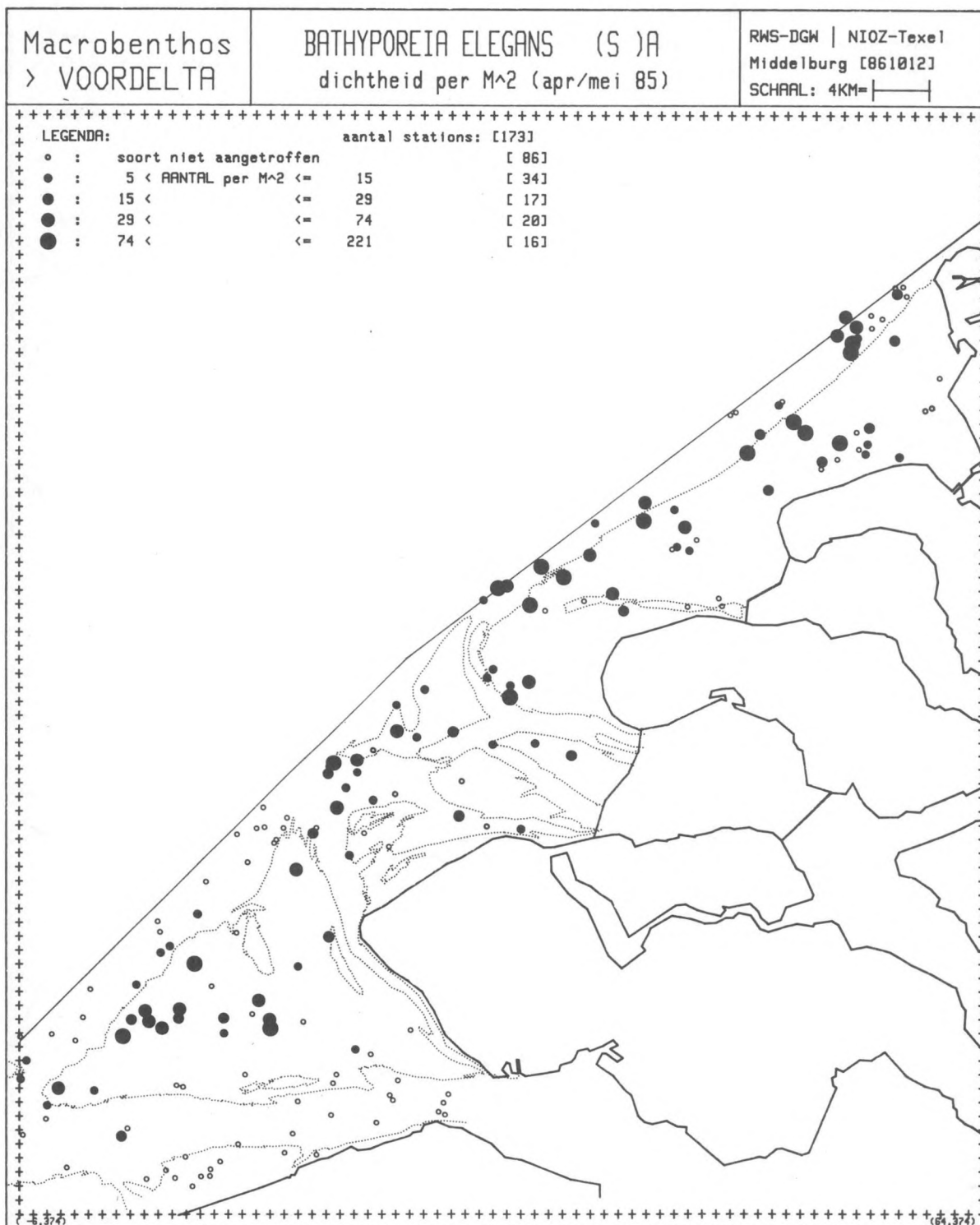
Figuur 16. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Anaitides mucosa in voorjaar 1985.



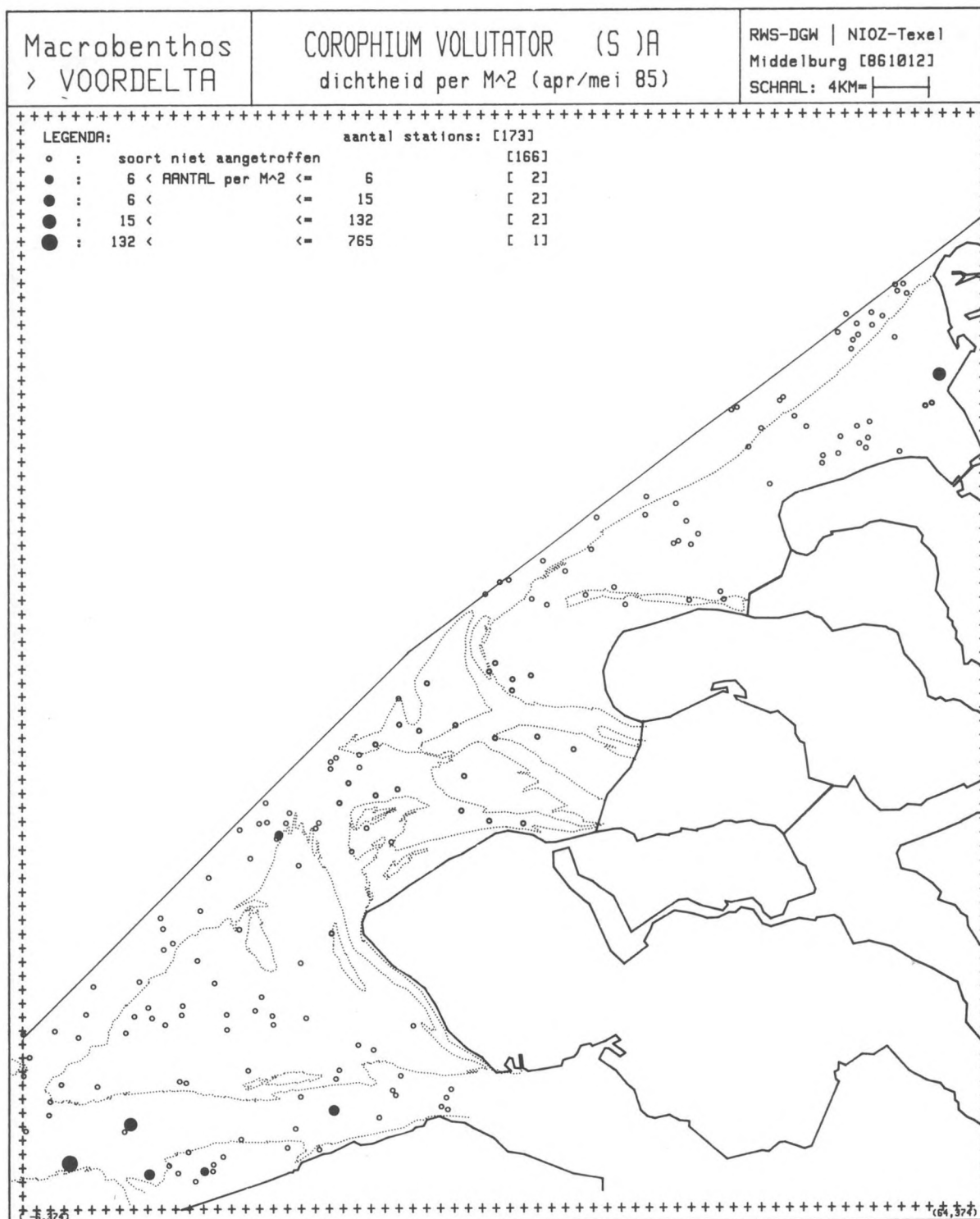
Figuur 17. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Nephtys cirrosa in voorjaar 1985.



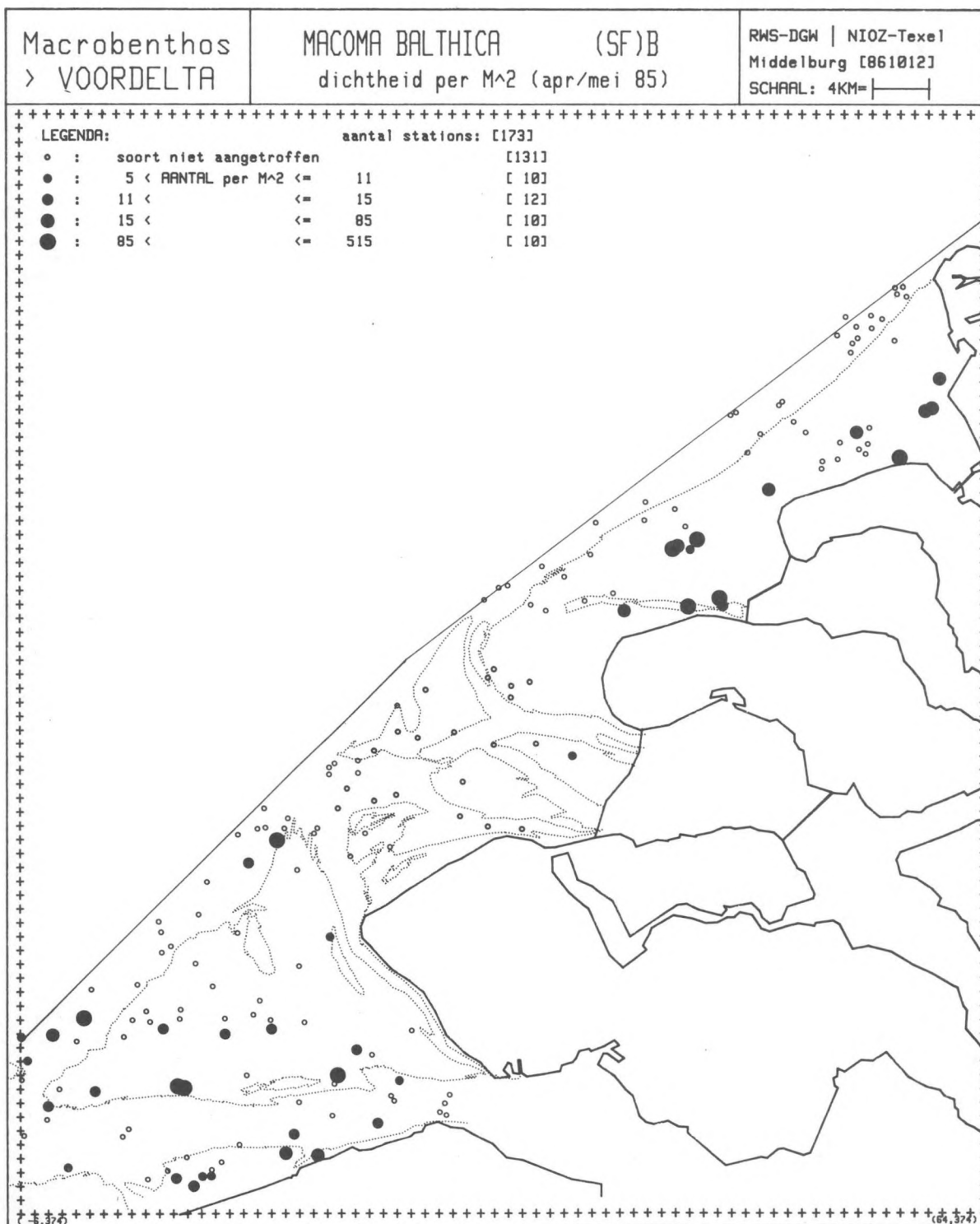
Figuur 19. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Scoloplos armiger in voorjaar 1985.



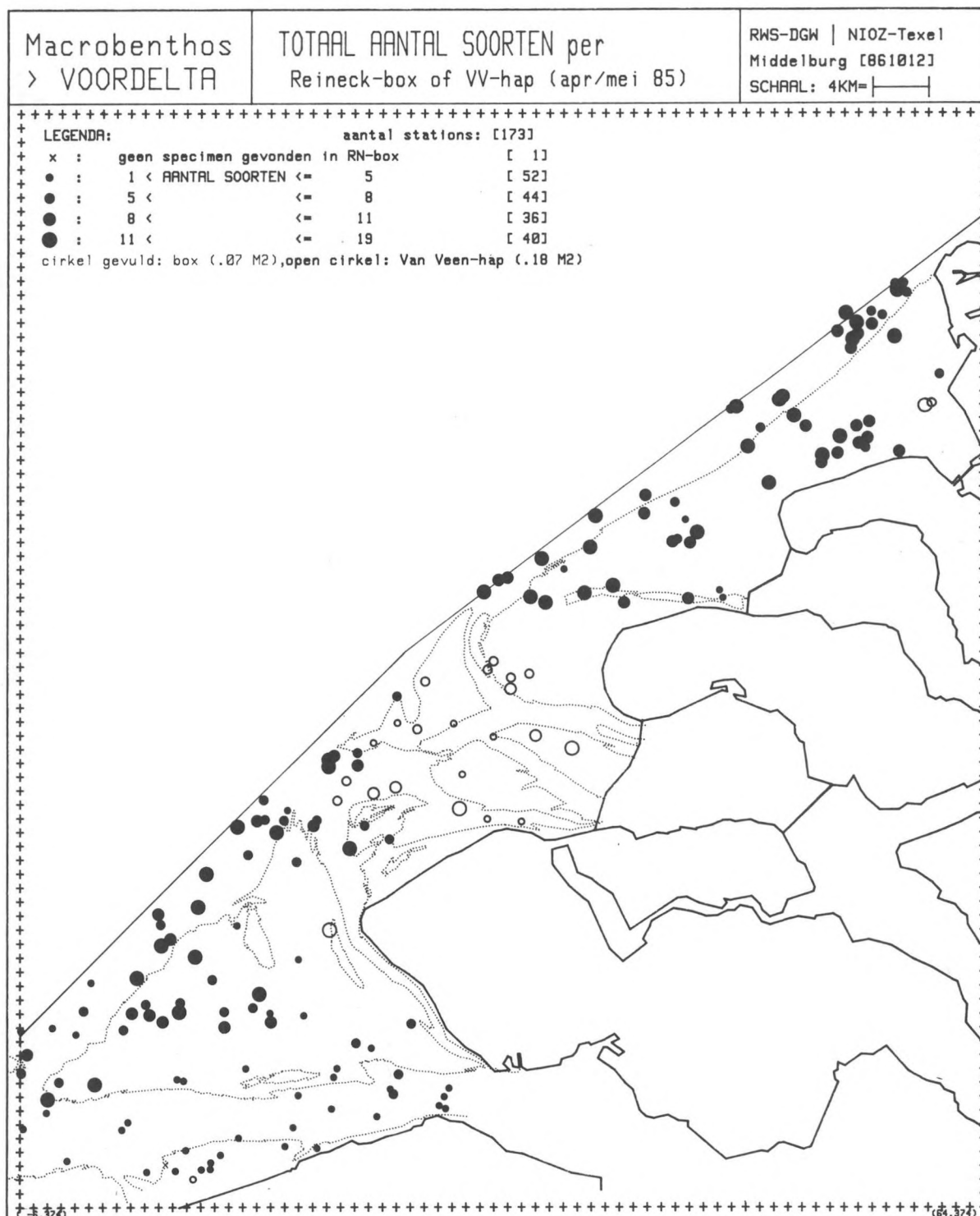
Figuur 20. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Bathyporeia elegans in voorjaar 1985.



Figuur 21. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Corophium volutator in voorjaar 1985.



Figuur 22. De verspreiding en dichtheid per monsterpunt van Macoma balthica in voorjaar 1985.

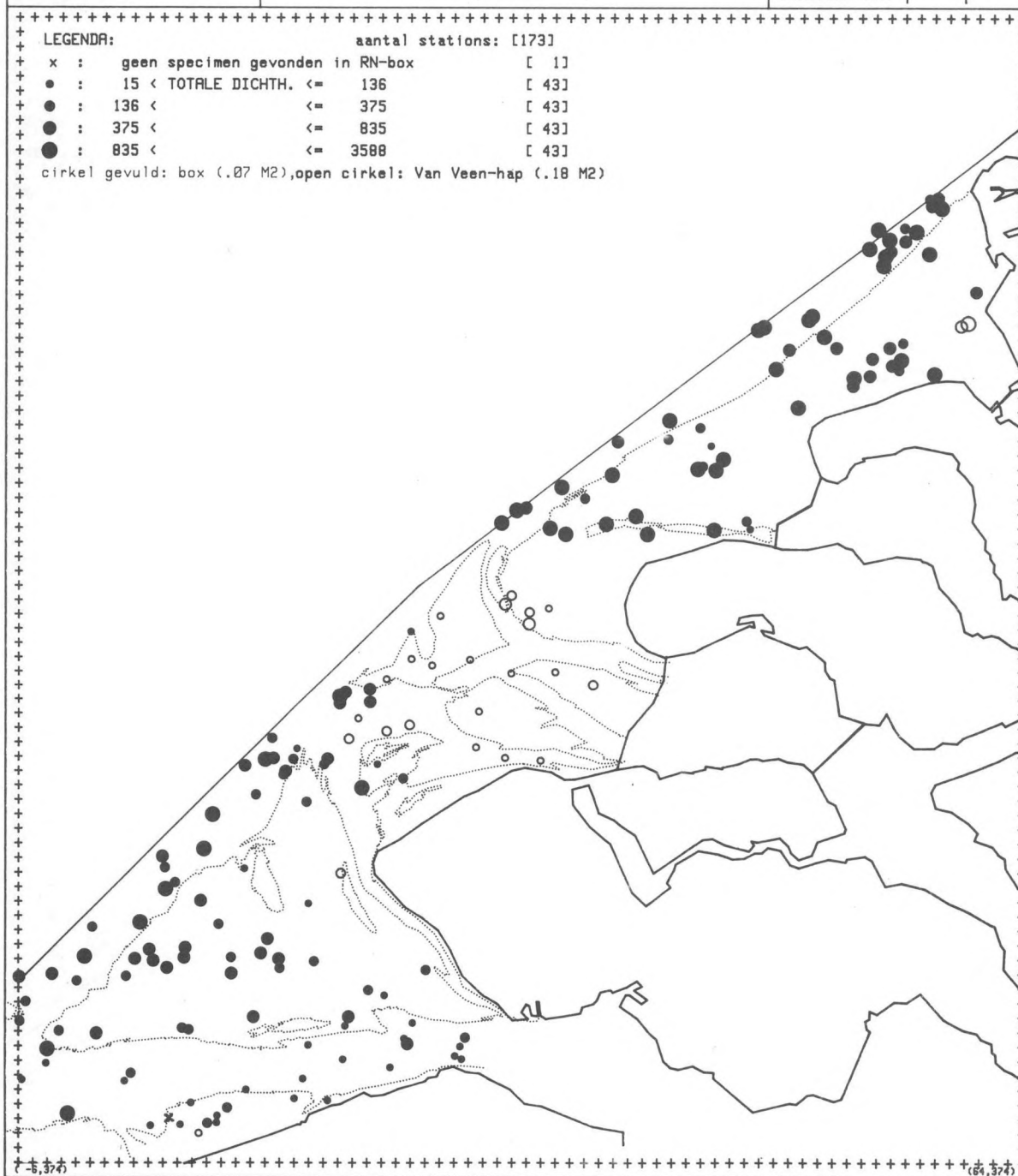


Figuur 23. Totaal aantal soorten per Reineck-box of Van Veen-hap.
Bemonsteringen van april-mei 1985.

Macrobenthos
> VOORDELTA

TOTALE DICHTHEID in Reineck-box
of Van Veen-hap /M² (apr/mei 85)

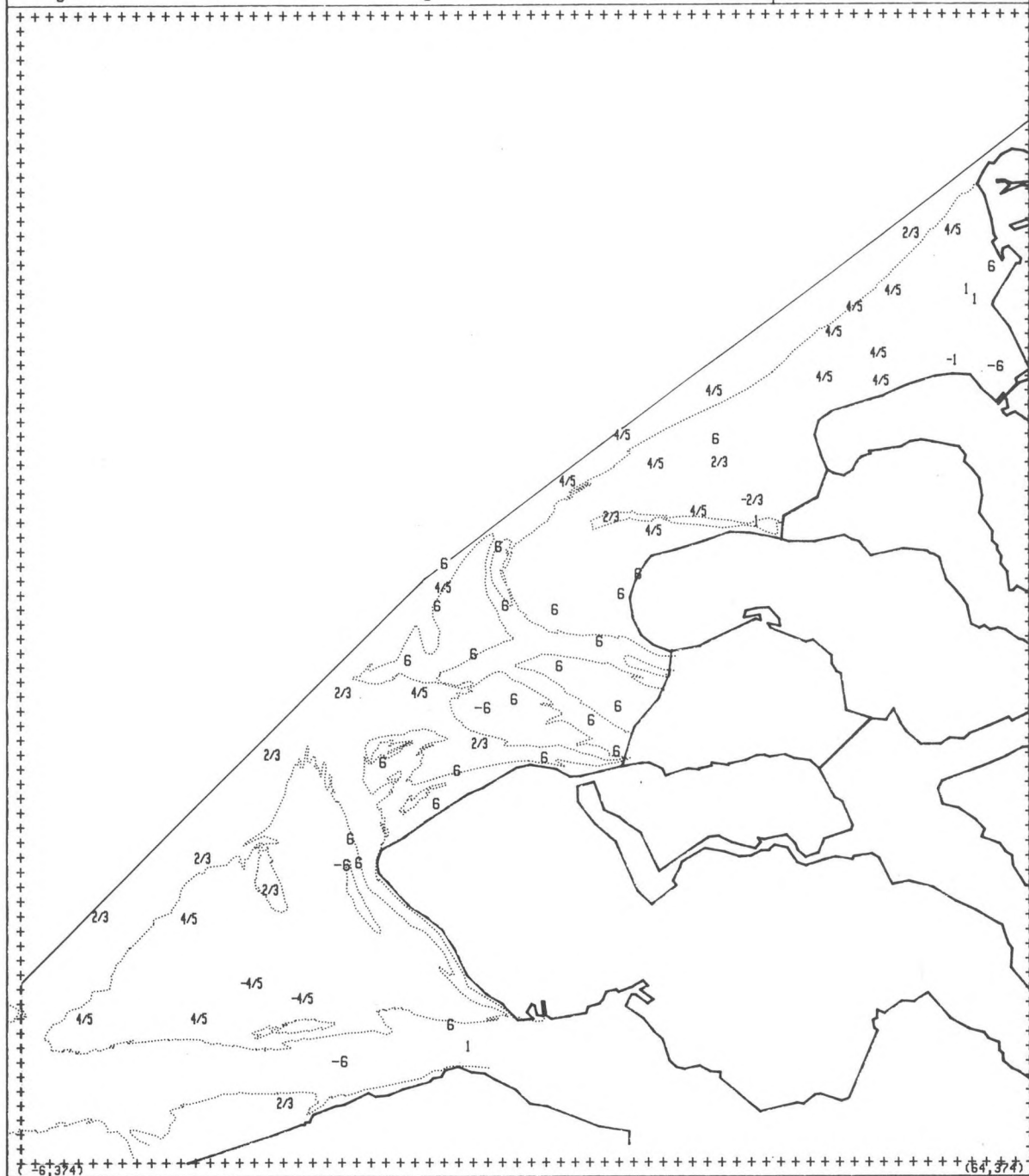
RWS-DGW | NIOZ-Texel
Middelburg [861012]
SCHAAL: 4KM=|——|



Figuur 24. Totale dichtheid in de Reineck-box of Van Veen-hap (per m²).
Bemonsteringen van april-mei 1985.

TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984) (33sp/56st)
gebruikt voor strata-indeling 2^e tocht (1985-1)

RWS-DGW | NIOZ-TEXEL
Middelburg [861011]
SCHAAL: 4KM=

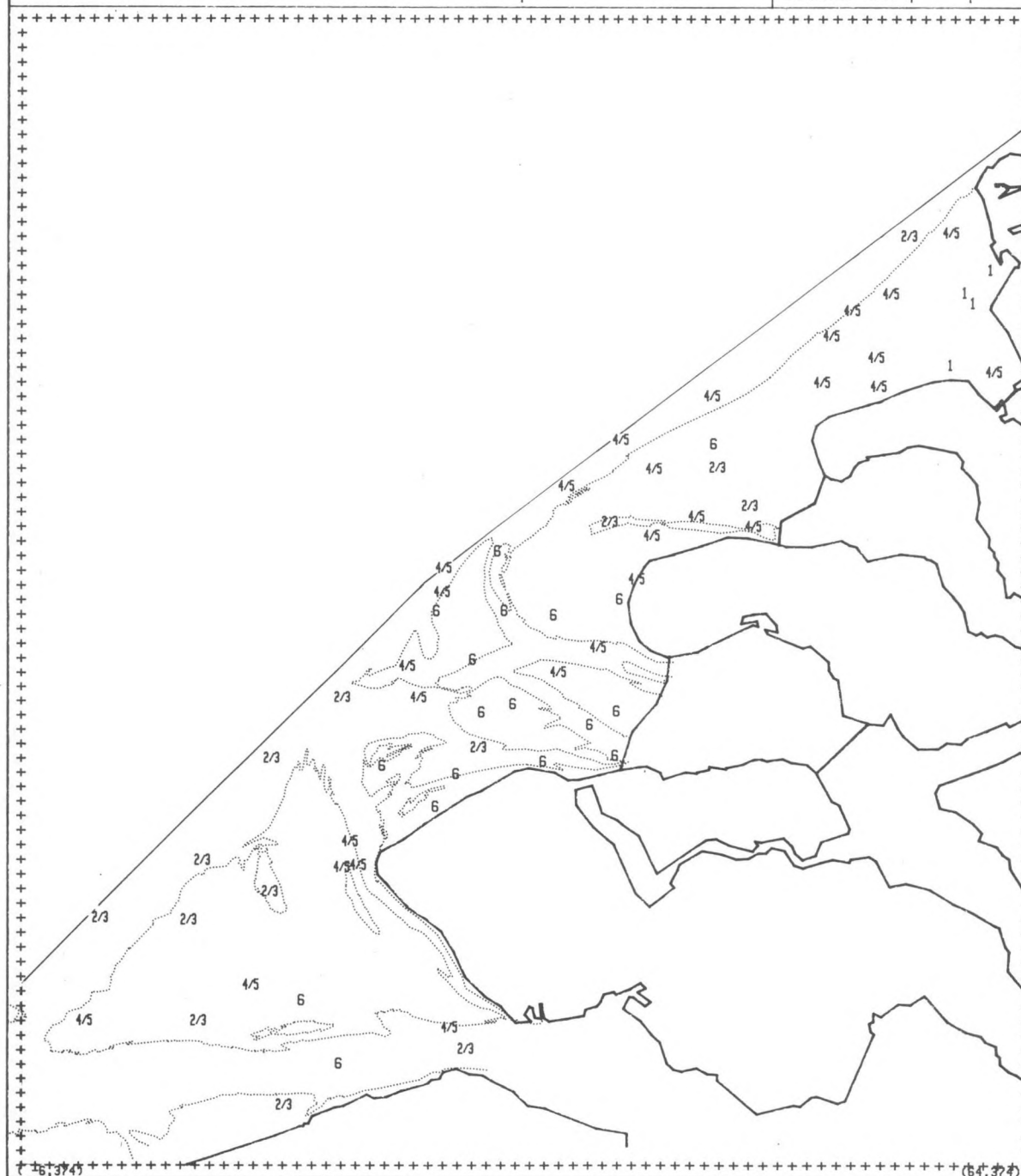


Figuur 25. TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984), gebruikt voor de strata-indeling 2^e tocht (1985-1).

M.b.v. overlay 1 kunnen de stratagrenzen zichtbaar gemaakt worden.
Invoer: dichtheden van 33 soorten op 56 stations (vgl. tabel 10).

TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984)
 invoer: dichtheden van 79 soorten op 64 stations

RWS-DGW | NIOZ-Texel
 Middelburg [861011]
 SCHAAL: 4KM=



Figuur 26. TWINSpan-resultaten van de 1^e tocht (1984).

Invoer: dichtheden van 79 soorten op 64 stations (vgl. tabel 12).

TWINSpan-resultaten van de IIe tocht (1985-1) (46sp, 163st)
gebruikt v d strataindeling IIe tocht (1985-2)

RWS-DGW | NIOZ-Tevel
Middelburg [071014]
SCHAAL: 4KM=

LEGENDA:

x = 7/8



Figuur 27. TWINSpan-resultaten van de 2^e tocht (1985-1), gebruikt voor de strata-indeling 3^e tocht (1985-2).

M.b.v. overlay 2 kunnen de stratagrenzen zichtbaar gemaakt worden.
Invoer: de dichtheden van 46 soorten op 163 monsterpunten (vgl. tabel 13).

TWINSpan-resultaten van de IIe tocht (1985-1) R+V
 invoer: dichtheden v 78 soorten op 173 stations

RWS-DGW | NIOZ-Texel
 Middelburg [871009]
 SCHAAL: 4KM=

LEGENDA:

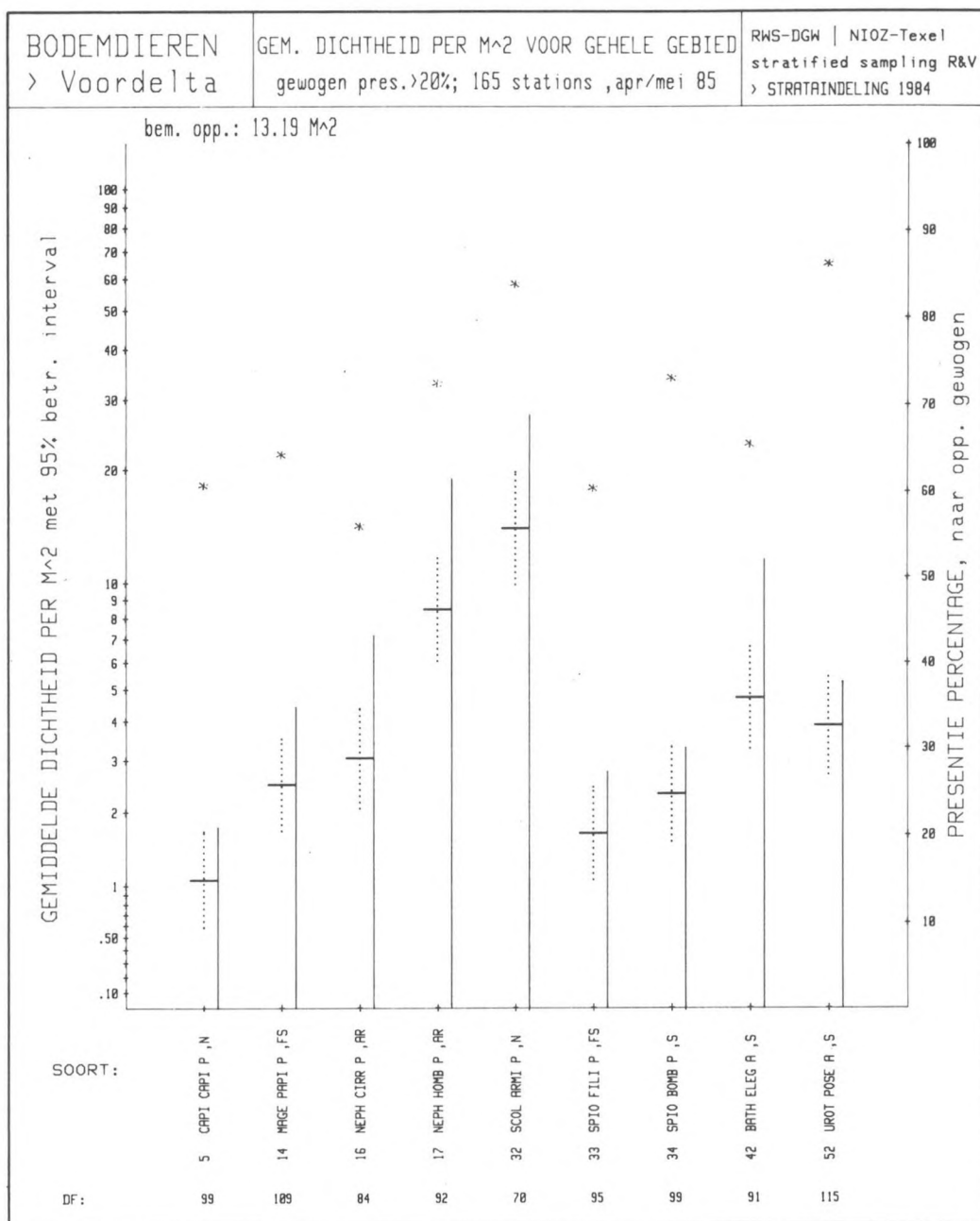
o = 4/5

x = 7/8



Figuur 28. TWINSpan-resultaten van de 2^e tocht (1985-1).

Invoer: dichtheden van 78 soorten op 173 monsterpunten
 (vgl. tabel 14).

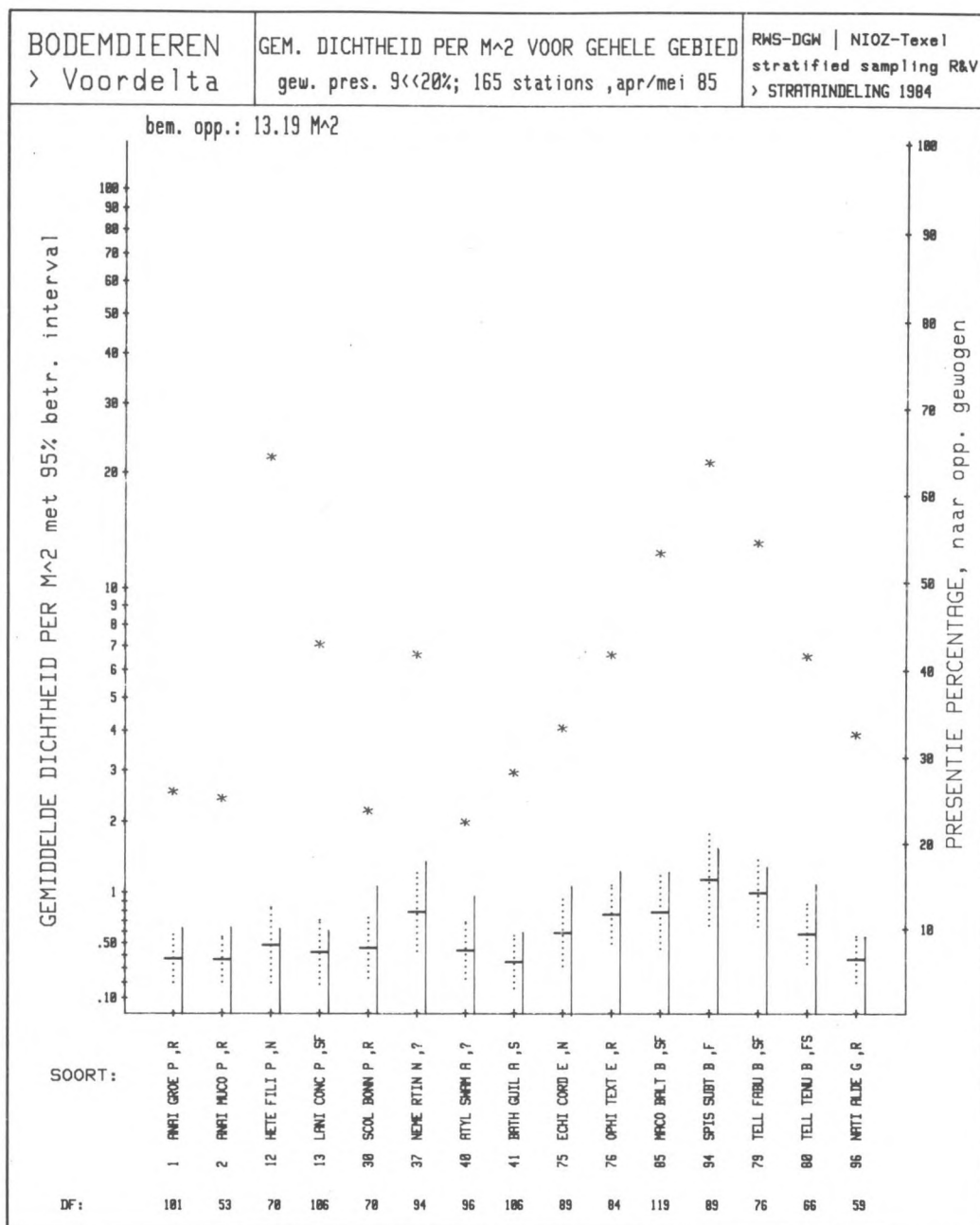


Figuur 29a. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor de algemene soorten in het gehele gebied (voorjaarsgegevens 1985, strata-indeling 1984 op basis van 1^e tocht).

De geometrisch gemiddelde dichtheid (dwarsbalken) met 95%-betrouwbaarheidsinterval (stippellijnen), de aritmetisch gemiddelde dichtheid (sterren) het frequentiepercentage (doorgetrokken lijnen).

DF : het aantal effectieve vrijheidsgraden.

R&V: berekend op basis van de RN-serie (zie tabel 15).

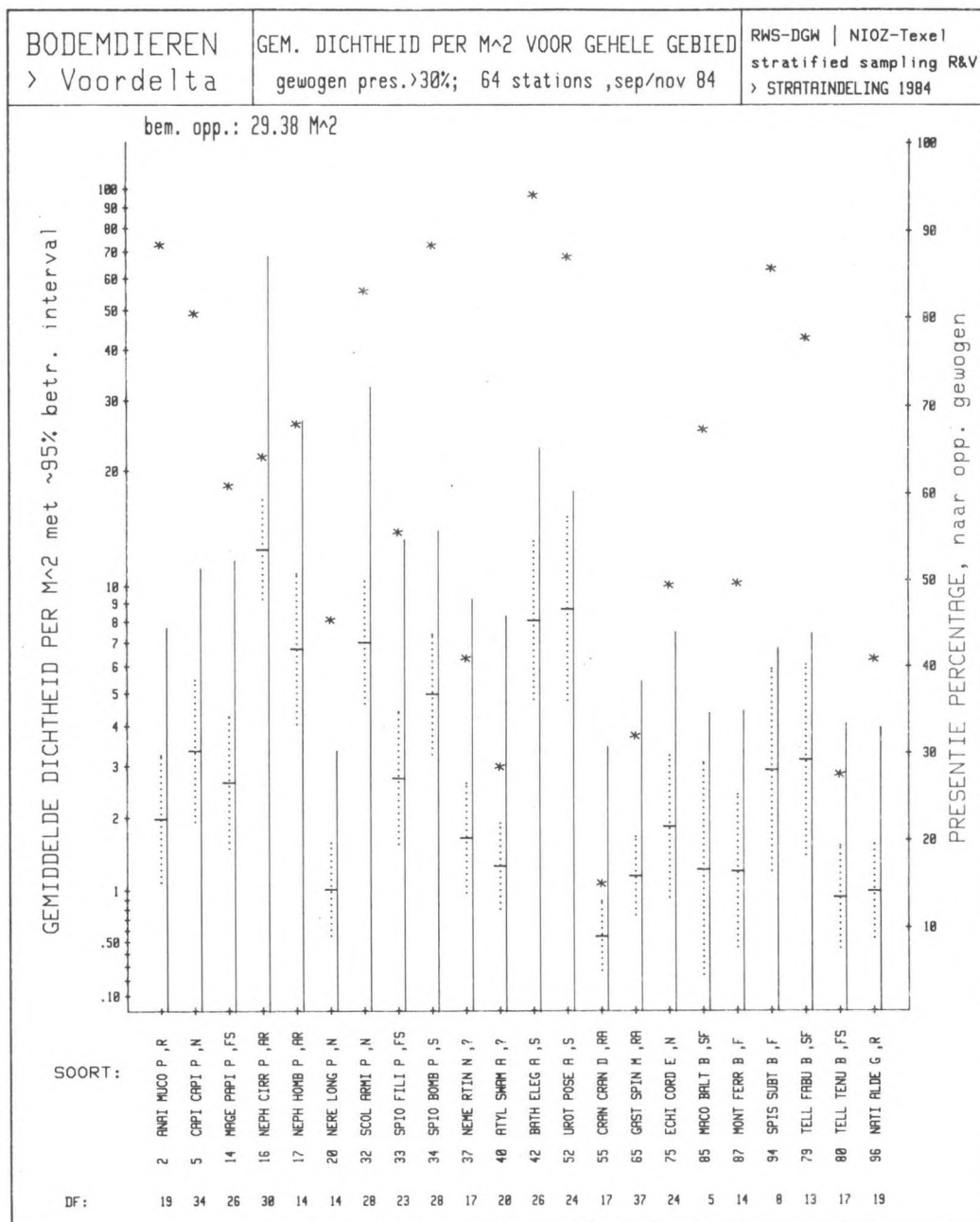


Figuur 29b. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor enkele minder algemene soorten voor het gehele gebied (voorjaarsgegevens 1985; strata-indeling 1984).

De geometrisch gemiddelde dichtheid (dwarsbalken) met 95%-betrouwbaarheidsinterval (stippellijnen), de aritmetisch gemiddelde dichtheid (sterren) het frequentiepercentage (doorgetrokken lijnen).

DF : het aantal effectieve vrijheidsgraden.

R&V: berekend op basis van de RN-serie (zie tabel 15).



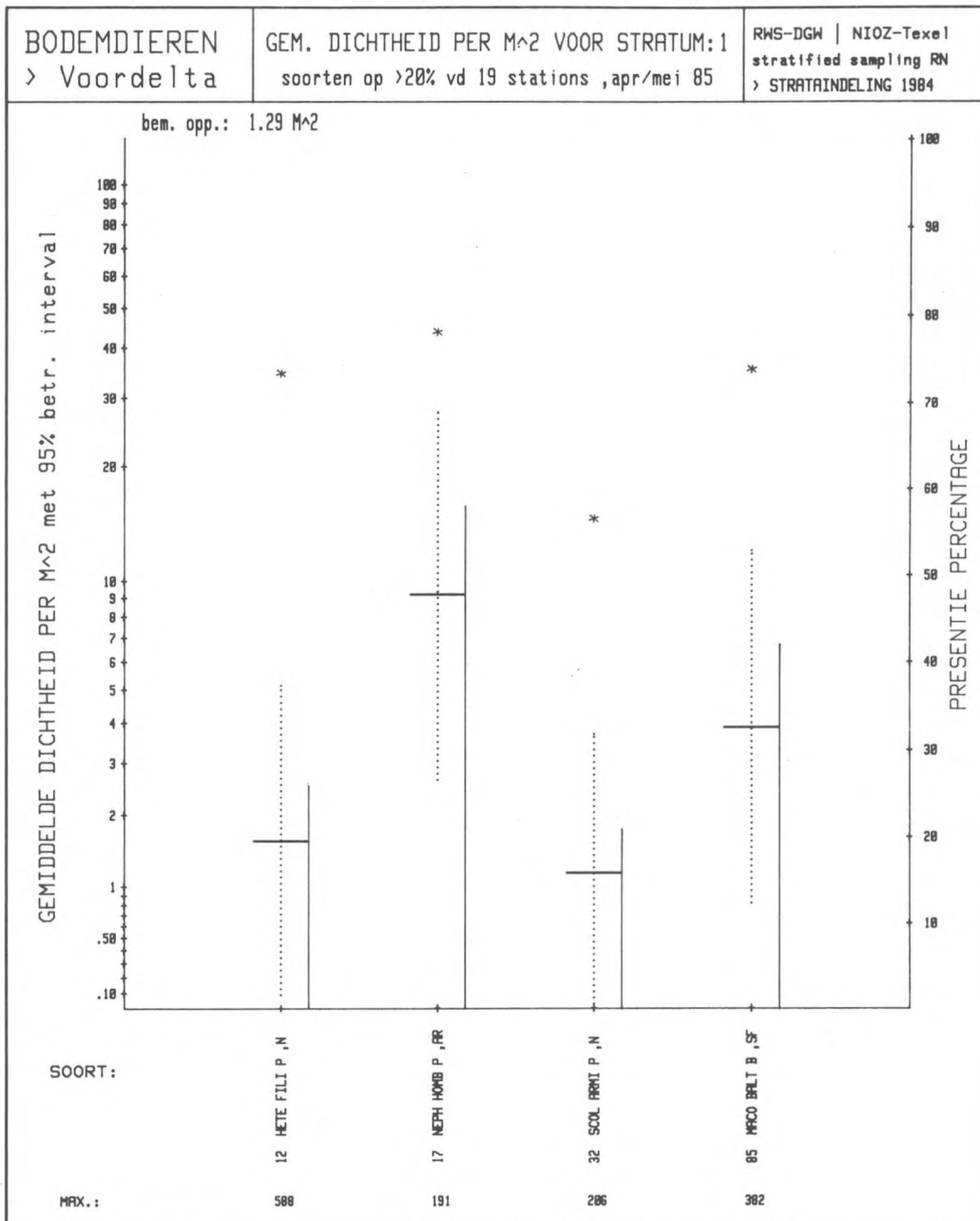
Figuur 29c. Gemiddelde dichtheden en frequentie voor de algemene soorten het gehele gebied (najaarsgegevens 1984, strata-indeling 1984).

De geometrisch gemiddelde dichtheid (dwarsbalken) met 95%-betrouwbaarheidsinterval (stippellijnen), de aritmetisch gemiddelde dichtheid (sterren) het frequentiepercentage (doorgetrokken lijnen) voor de algemene soorten voor de dichtheidgegevens van 1984, berekend met de strata-indeling van 1984 (zie tekst).

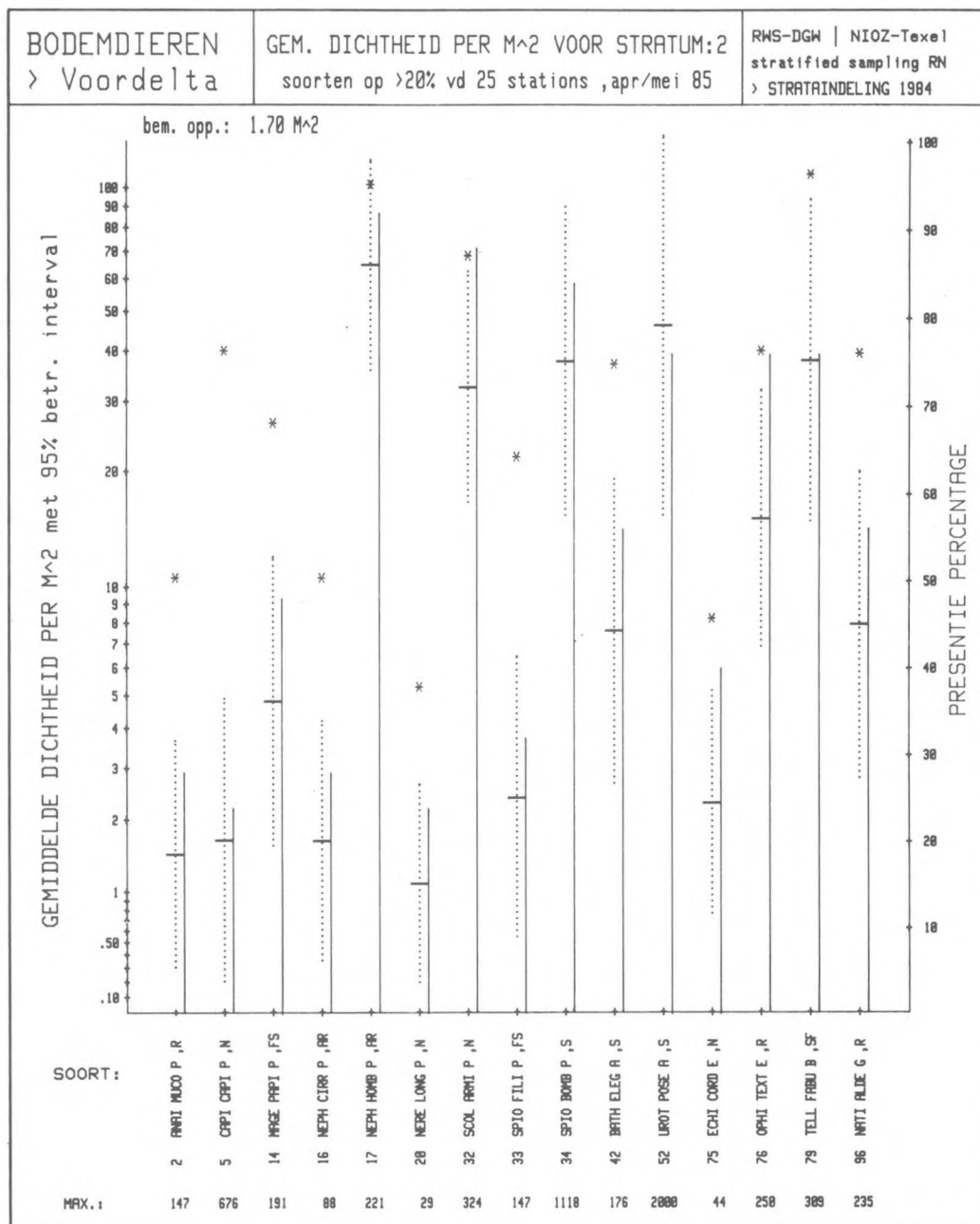
Per station is, bij gelijke grootte van de monsters, de aritmetisch gemiddelde dichtheid berekend.

DF : het aantal effectieve vrijheidsgraden.

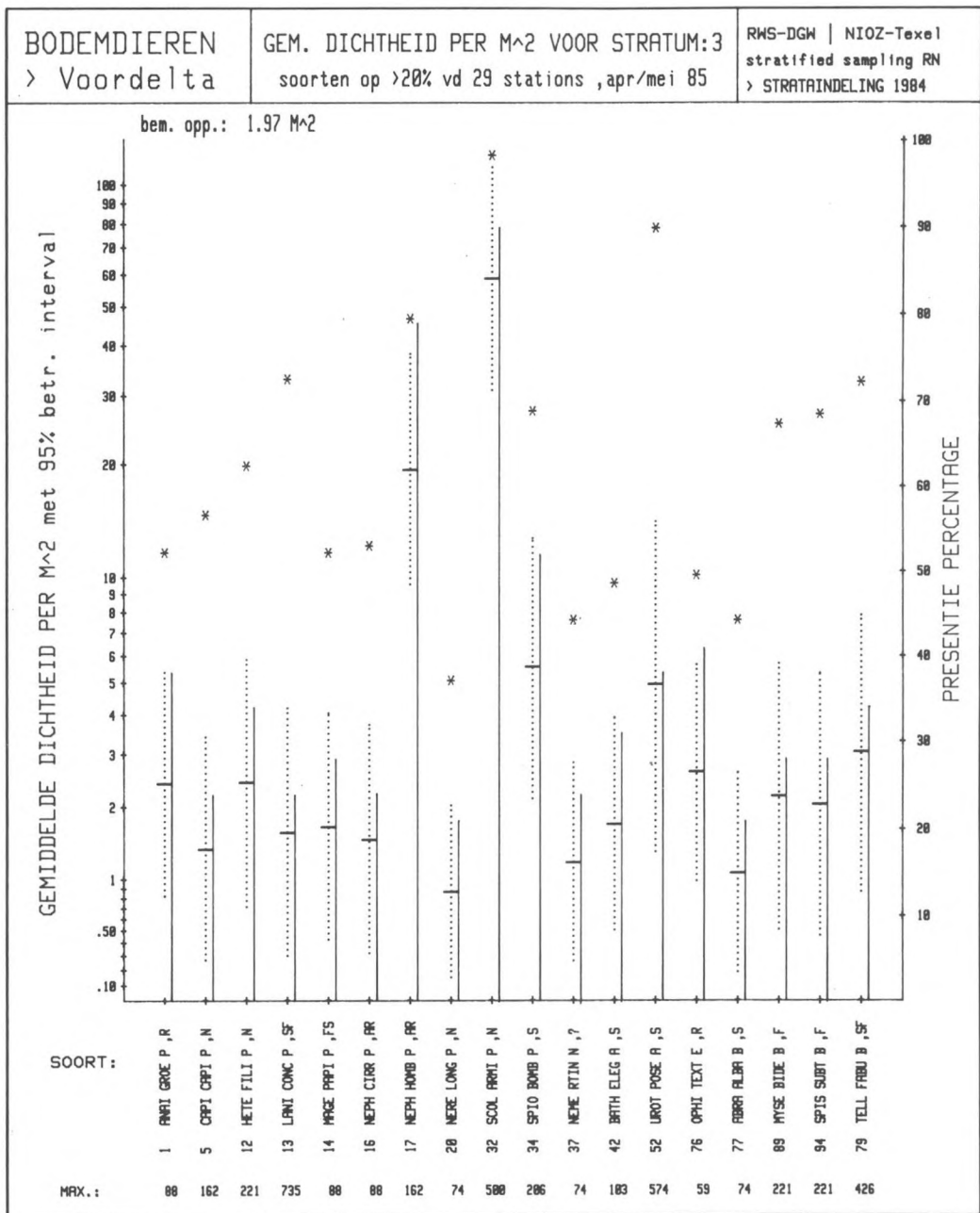
R&V: berekend op basis van gegevens die zowel van met de Van Veenhapper als met de Reineck-box corer bemonsterde stations afkomstig zijn.



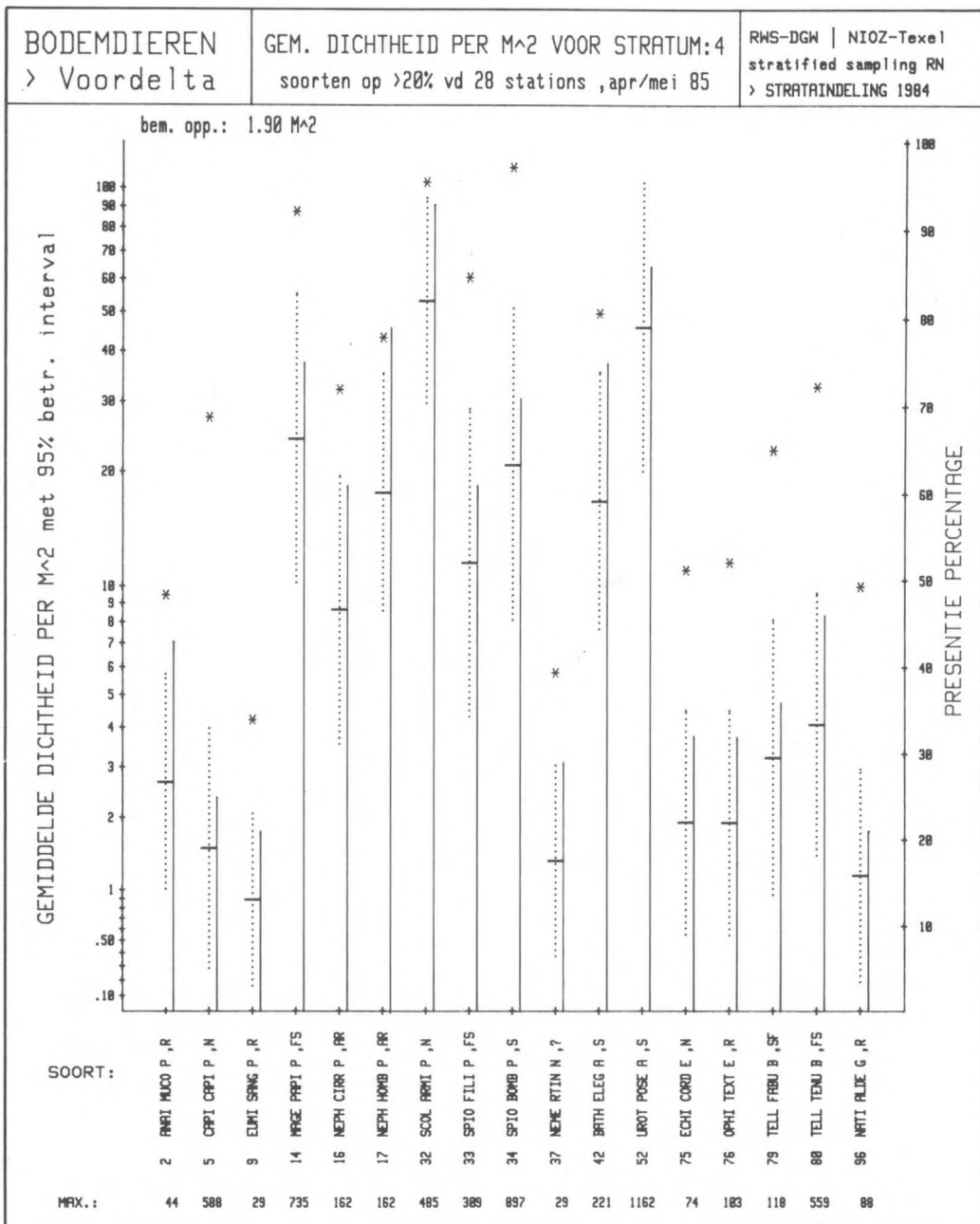
Figuur 30. Als figuur 29a, voor stratum 1 (1985-1 gegevens).



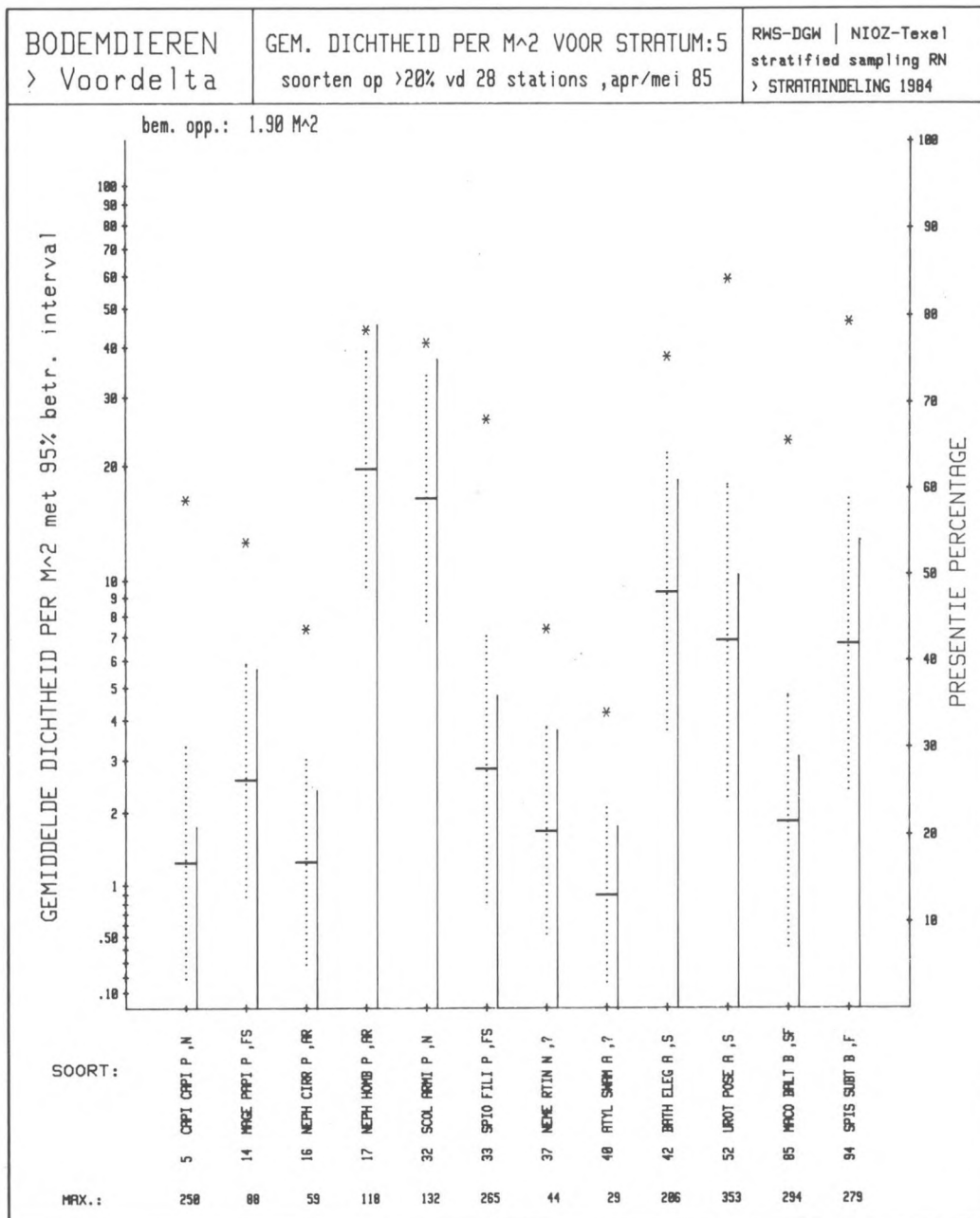
Figuur 31. Als figuur 29a, voor stratum 2 (1985-1 gegevens).



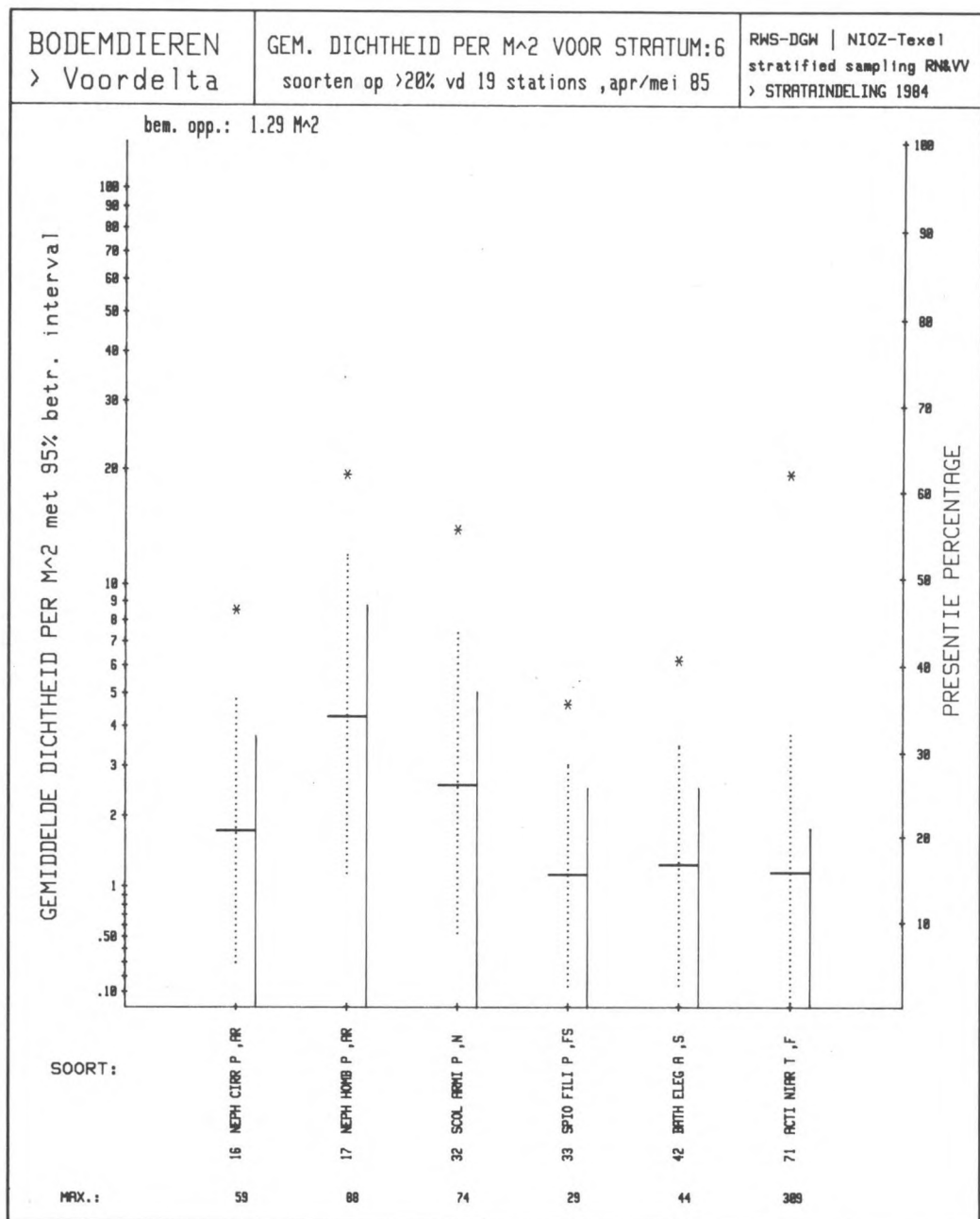
Figuur 32. Als figuur 29a, voor stratum 3 (1985-1 gegevens).



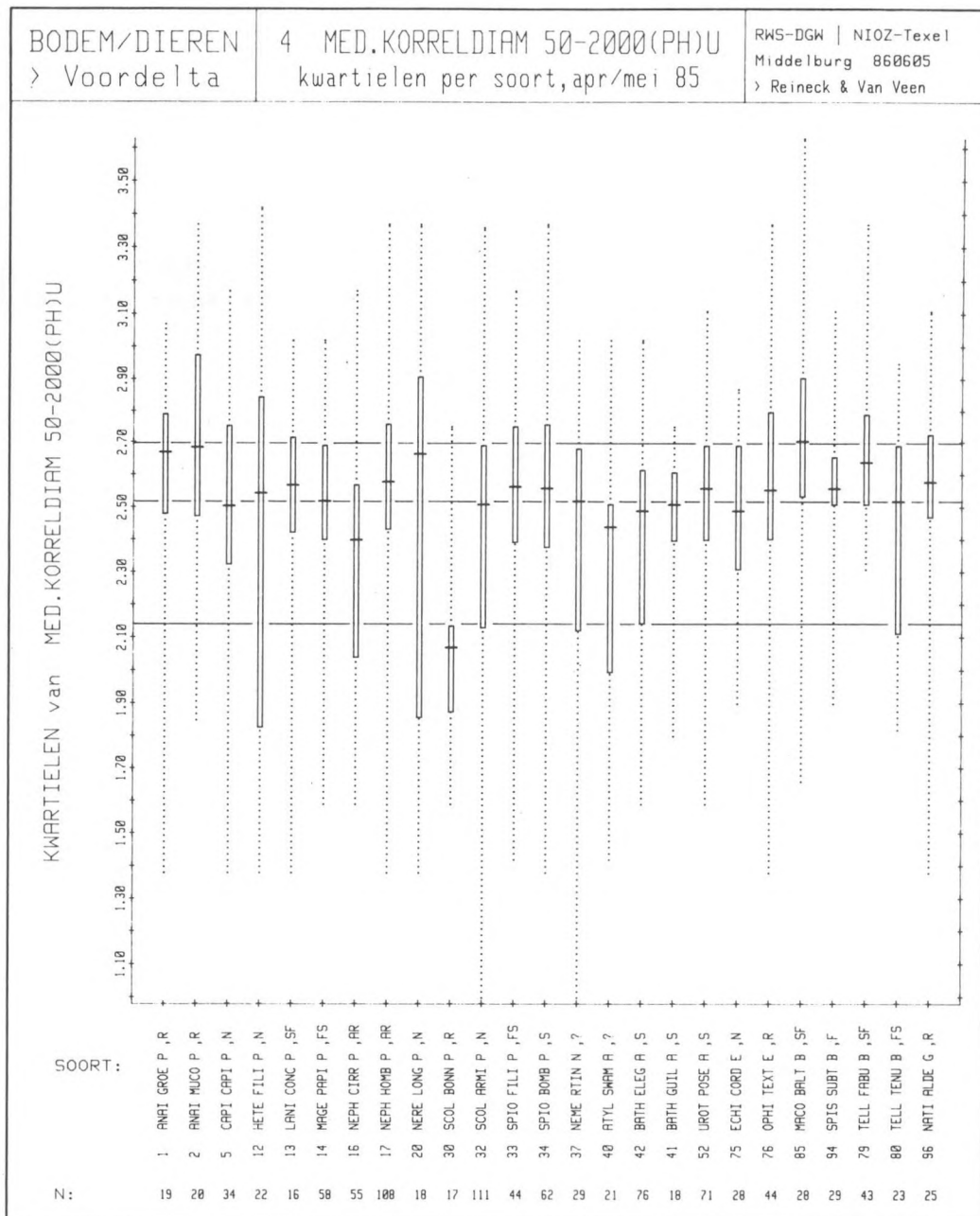
Figuur 33. Als figuur 29a, voor stratum 4 (1985-1 gegevens).



Figuur 34. Als figuur 29a, voor stratum 5 (1985-1 gegevens).

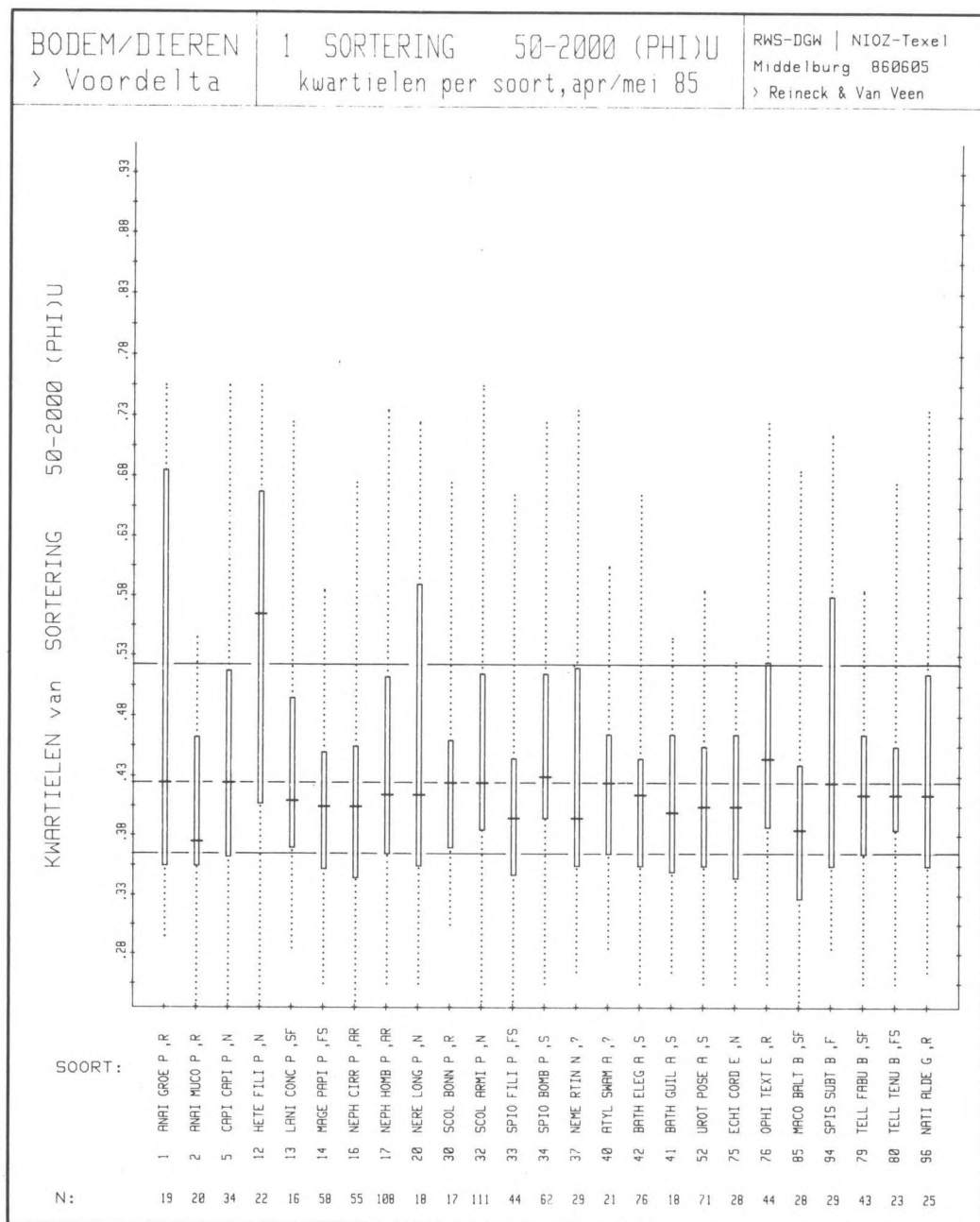


Figuur 35. Als figuur 29a, voor stratum 6 (1985-1 gegevens).



Figuur 36. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de mediane korreldiameter.

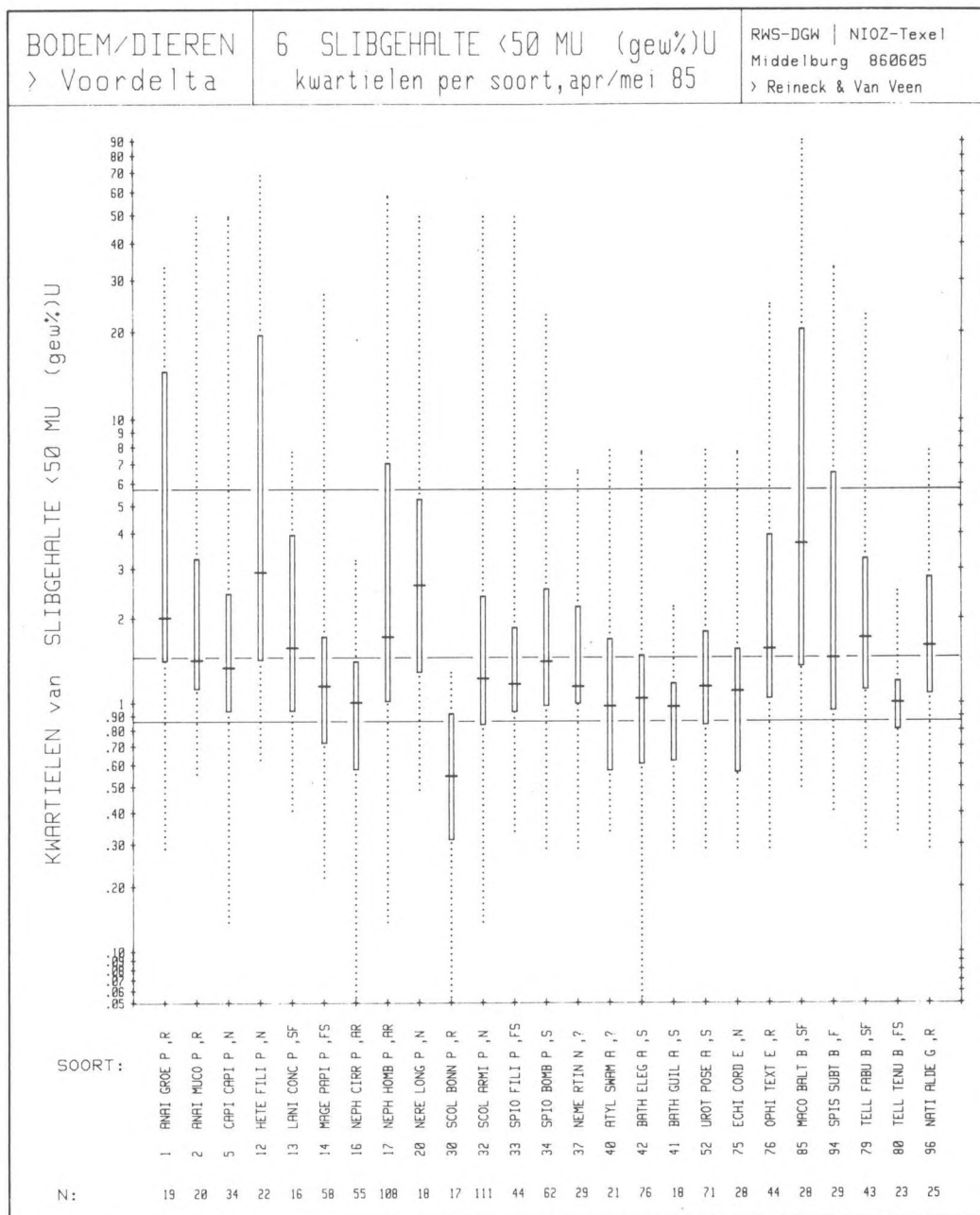
Voor de monsterpunten waarop een soort voorkomt is het Box-and-Whisker-plaatje van het slibgehalte gegeven (zie fig. 10). De horizontale lijnen geven de kwartielen weer van alle monsterpunten. (De soortnaam-afkortingen worden in tabel 1 verklaard).



Figuur 37. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de sortering.

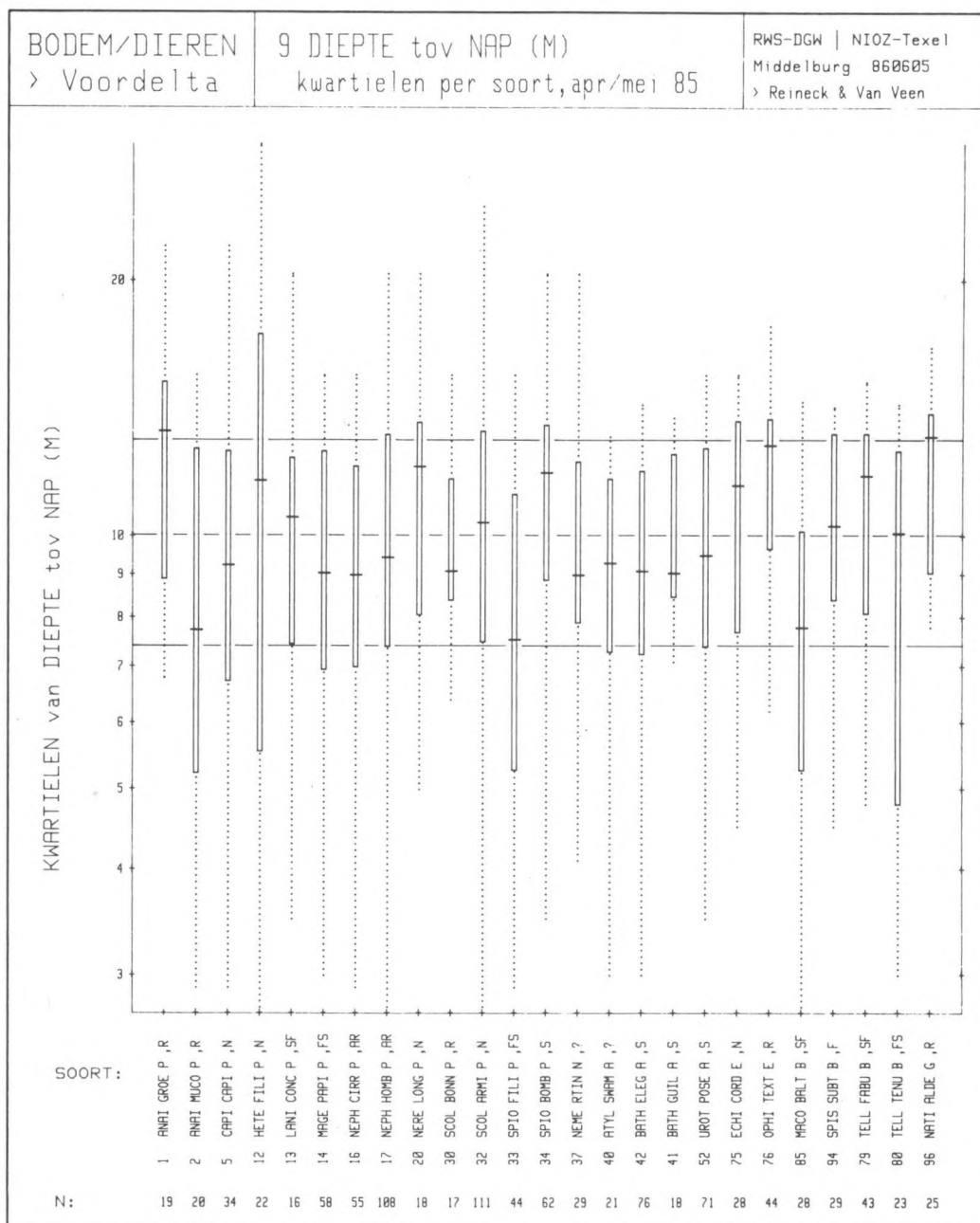
Voor de monsterpunten waarop een soort voorkomt is het Box-and-Whisker plaatje van de sortering gegeven (zie fig. 10). De horizontale lijnen geven de kwartielen weer van alle monsterpunten.

(De soortnaam-afkortingen worden in tabel 1 verklaard).



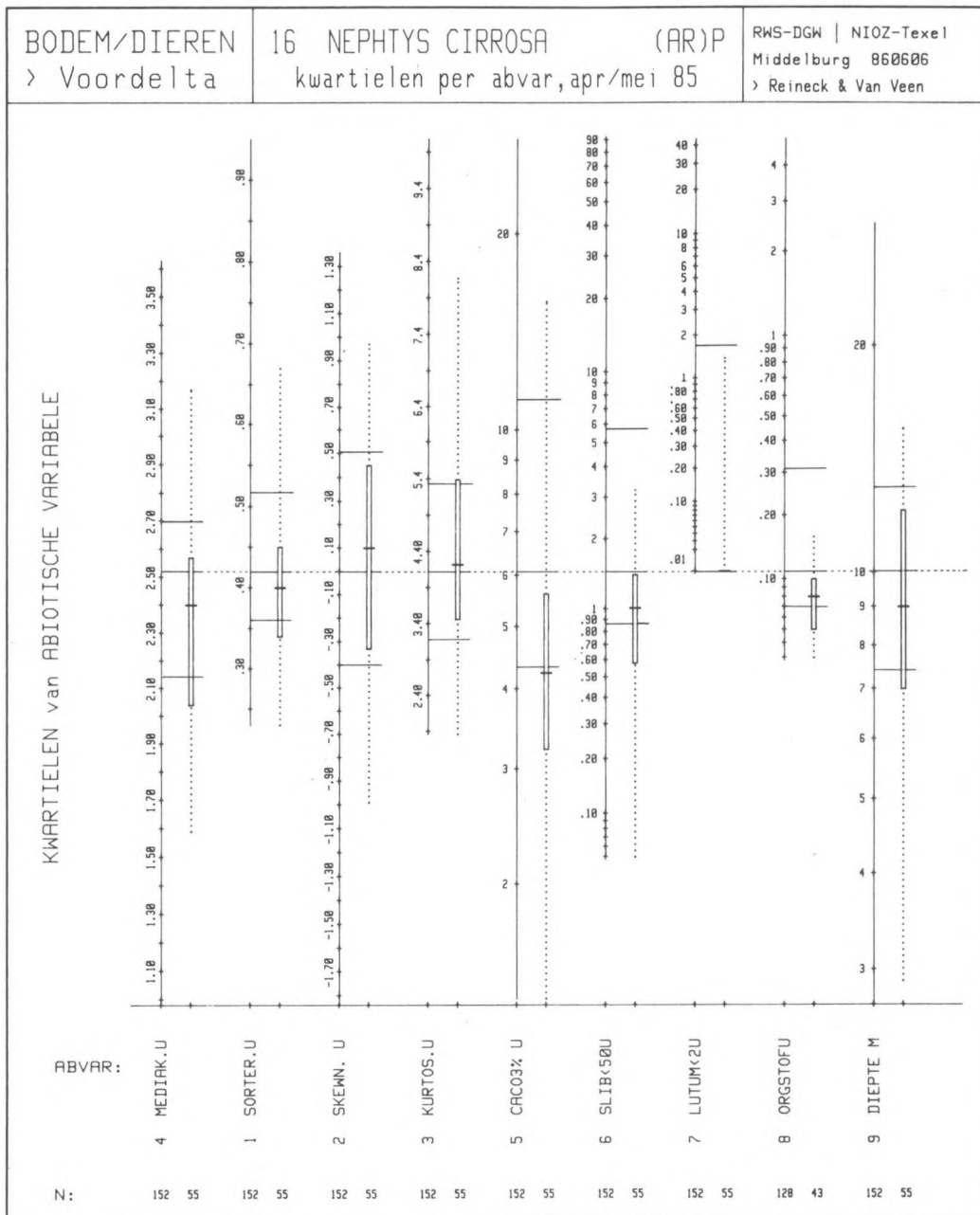
Figuur 38. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van het slibgehalte.

Voor de monsterpunten waarop een soort voorkomt is het Box-and-Whisker plaatje van het slibgehalte gegeven (zie fig. 10). De horizontale lijnen geven de kwartielen weer van alle monsterpunten.
 (De soortnaam-afkortingen worden in tabel 1 verklaard).



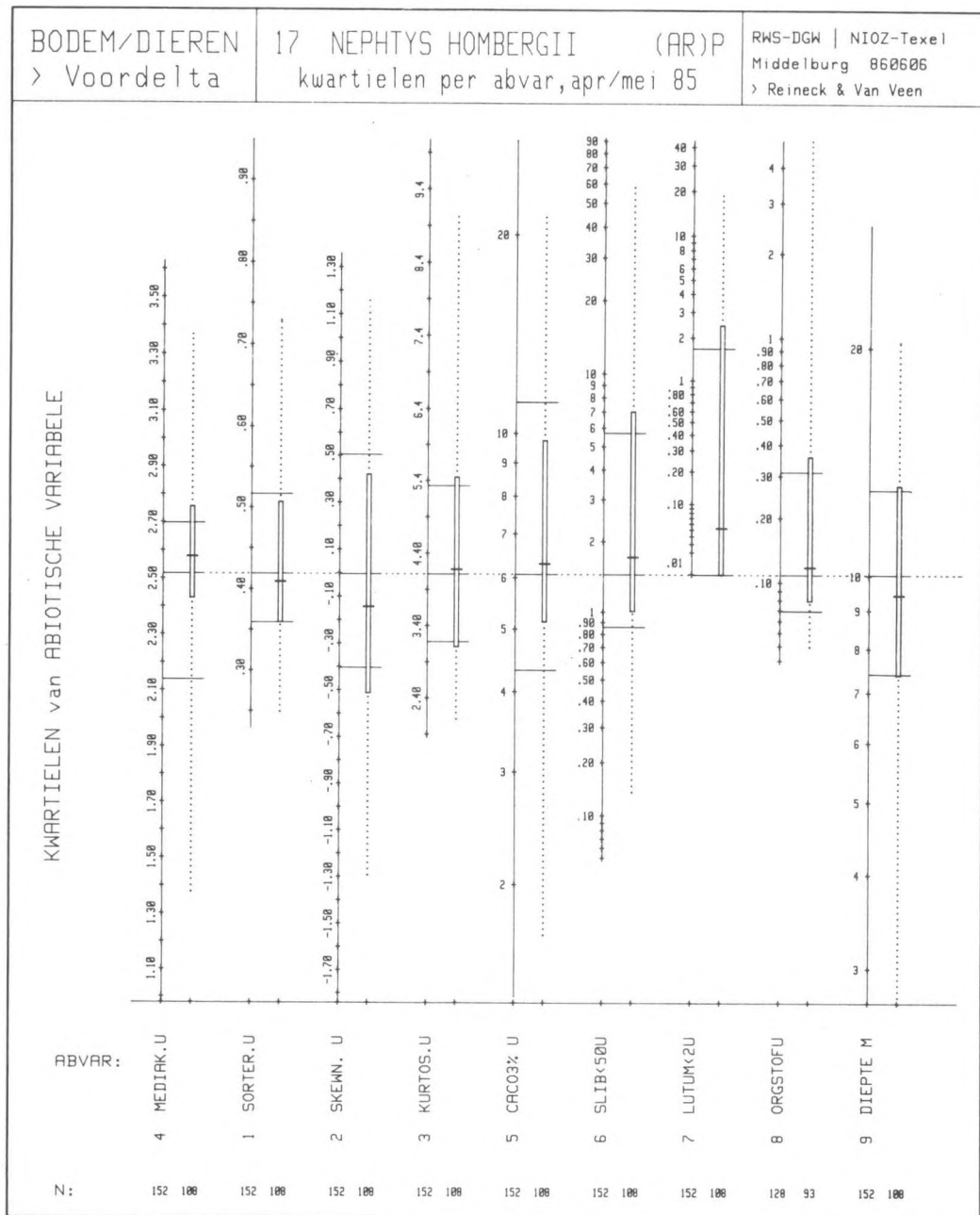
Figuur 39. De "preferenties" van verschillende soorten bodemdieren ten aanzien van de diepte.

Voor de monsterpunten waarop een soort voorkomt is het Box-and-Whisker plaatje van de diepte gegeven (zie fig. 10). De horizontale lijnen geven de kwartielen weer van alle monsterpunten.



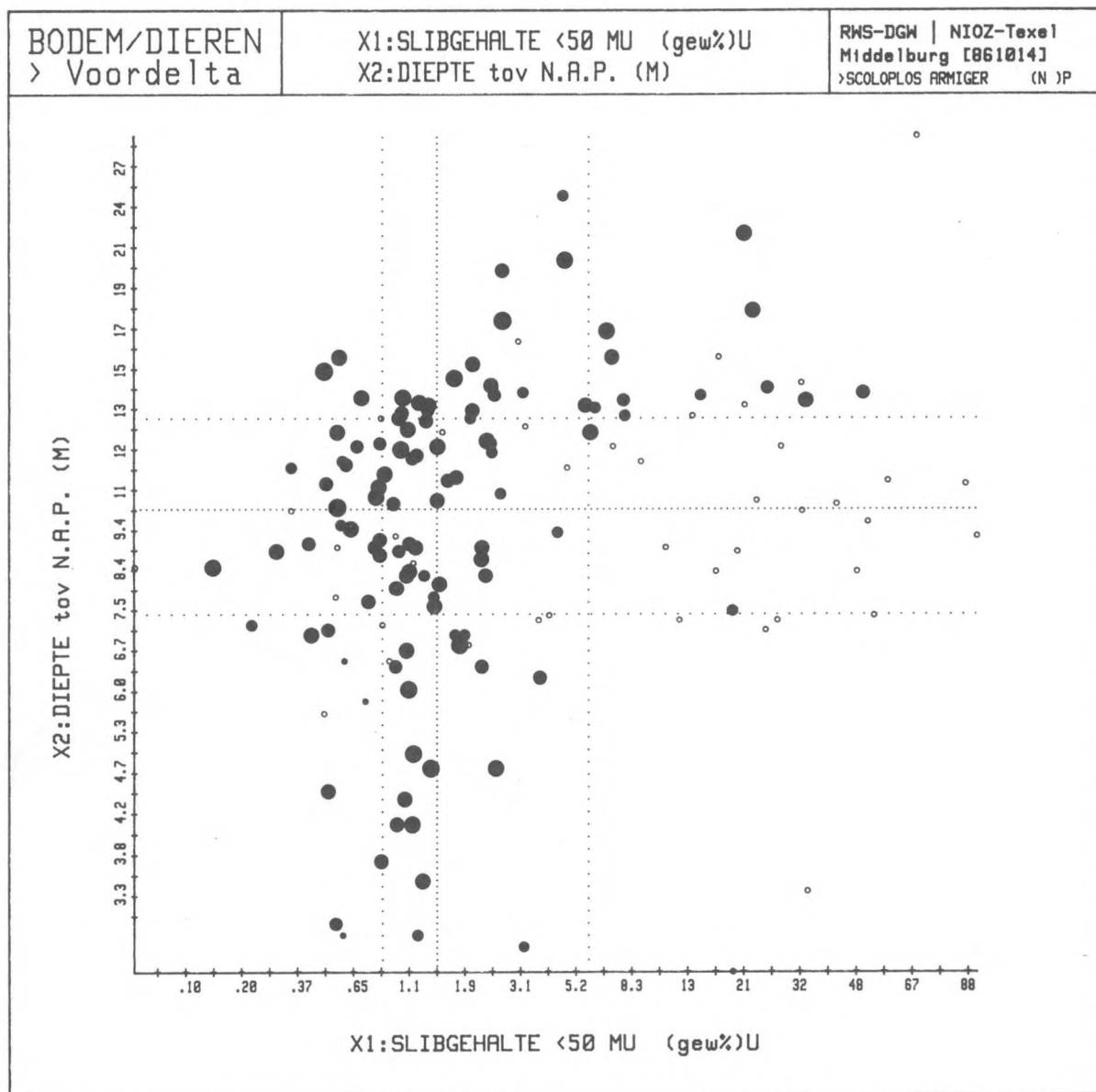
Figuur 40. De "preferenties" van *Nephtys cirrosa*.

Per abiotische factor zijn de range en de kwartielen voor het gehele gebied aangeduid; de mediaan is voor alle factoren op dezelfde hoogte afgebeeld (zie fig. 10).



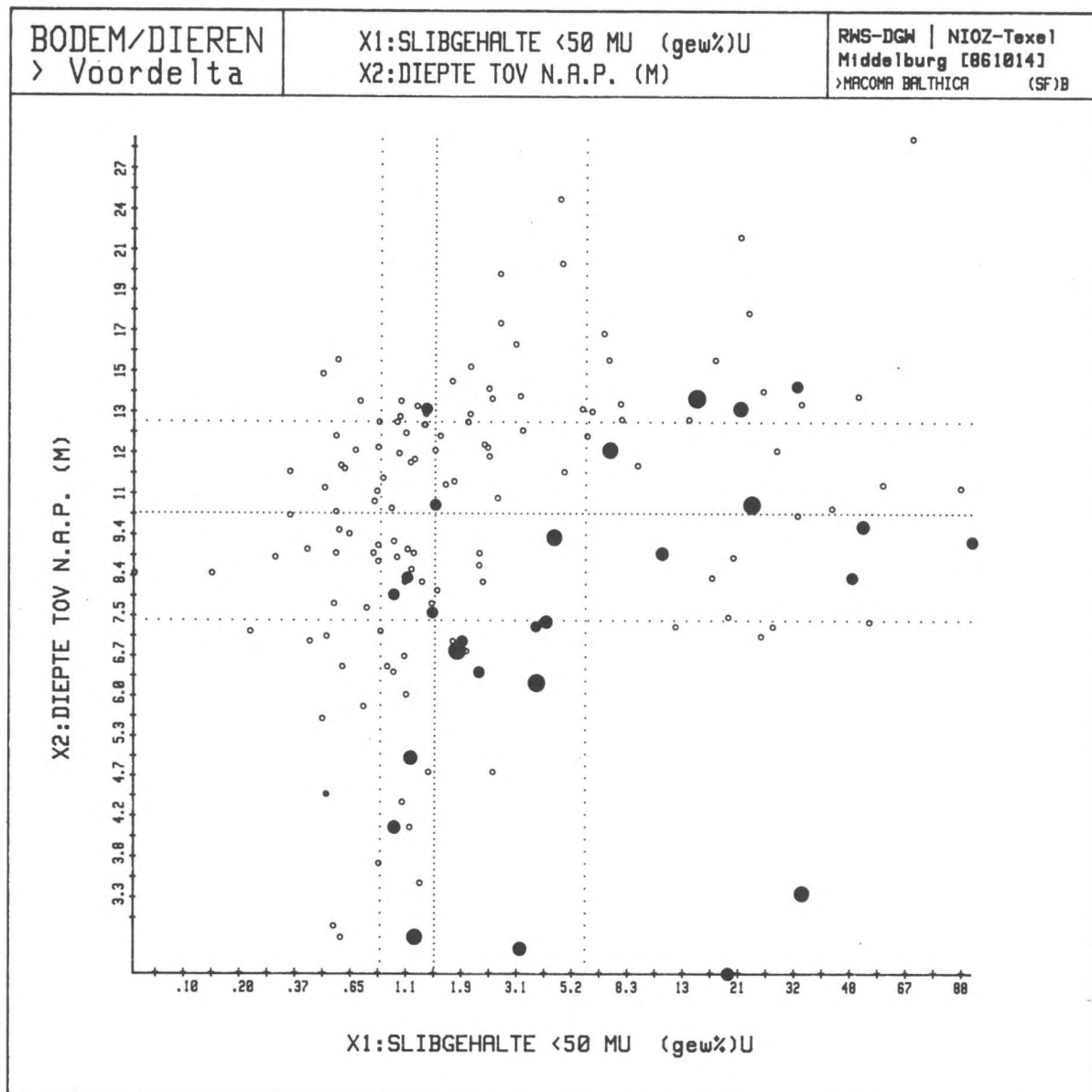
Figuur 41. De "preferenties" van Nephtys hombergii.

Per abiotische factor zijn de range en de kwartielen voor het gehele gebied aangeduid; de mediaan is voor alle factoren op dezelfde hoogte afgebeeld (zie fig. 10).



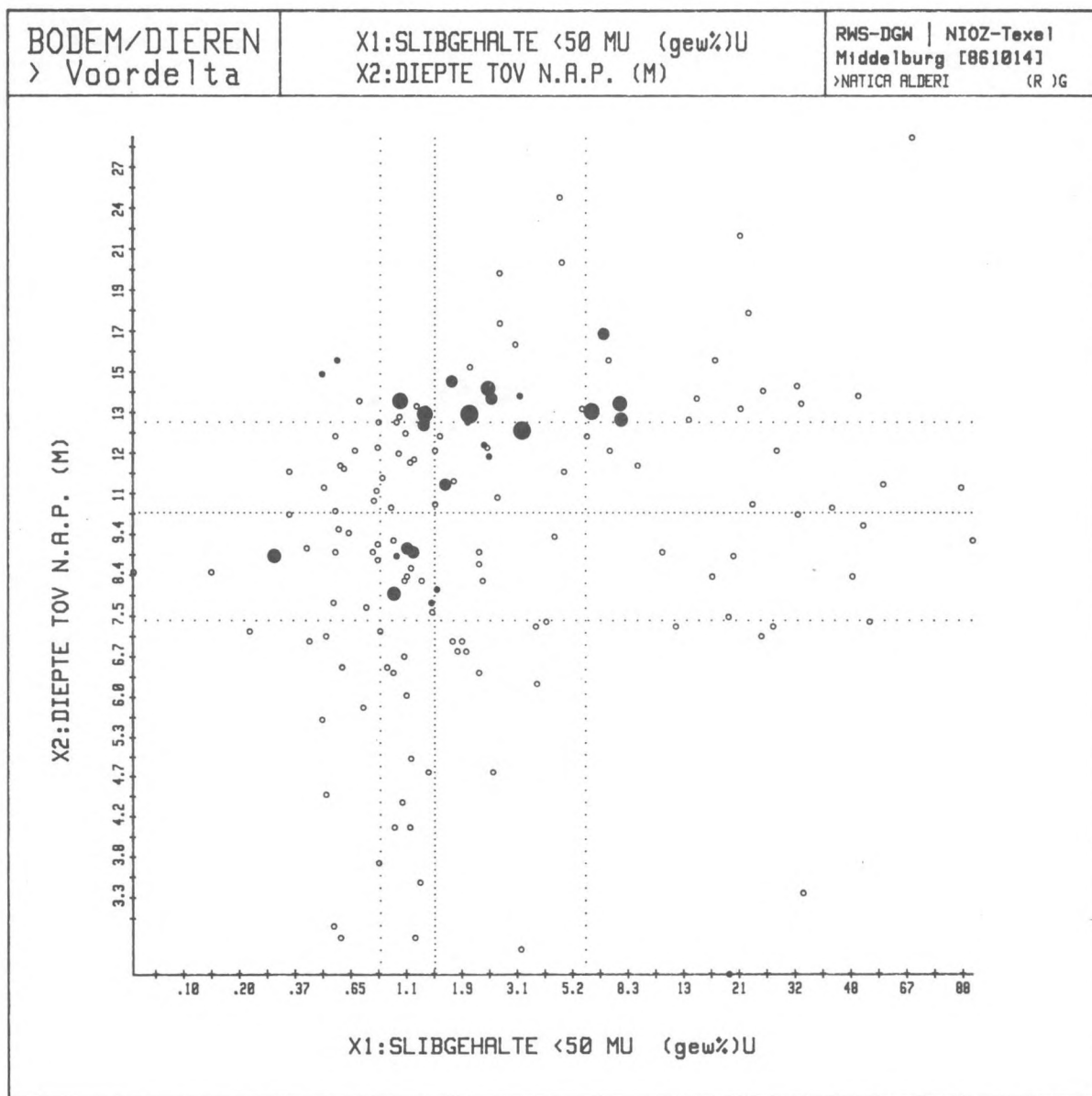
Figuur 42. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Scoloplos armiger anderzijds.

De dichtheid is weergegeven in de vorm van gesloten cirkels. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de log-getransformeerde dichtheid. Een open cirkeltje geeft aan dat de soort niet is aangetroffen. De stippellijnen geven de kwartielen van beide abiotische variabelen weer (gebaseerd op alle monsterpunten).



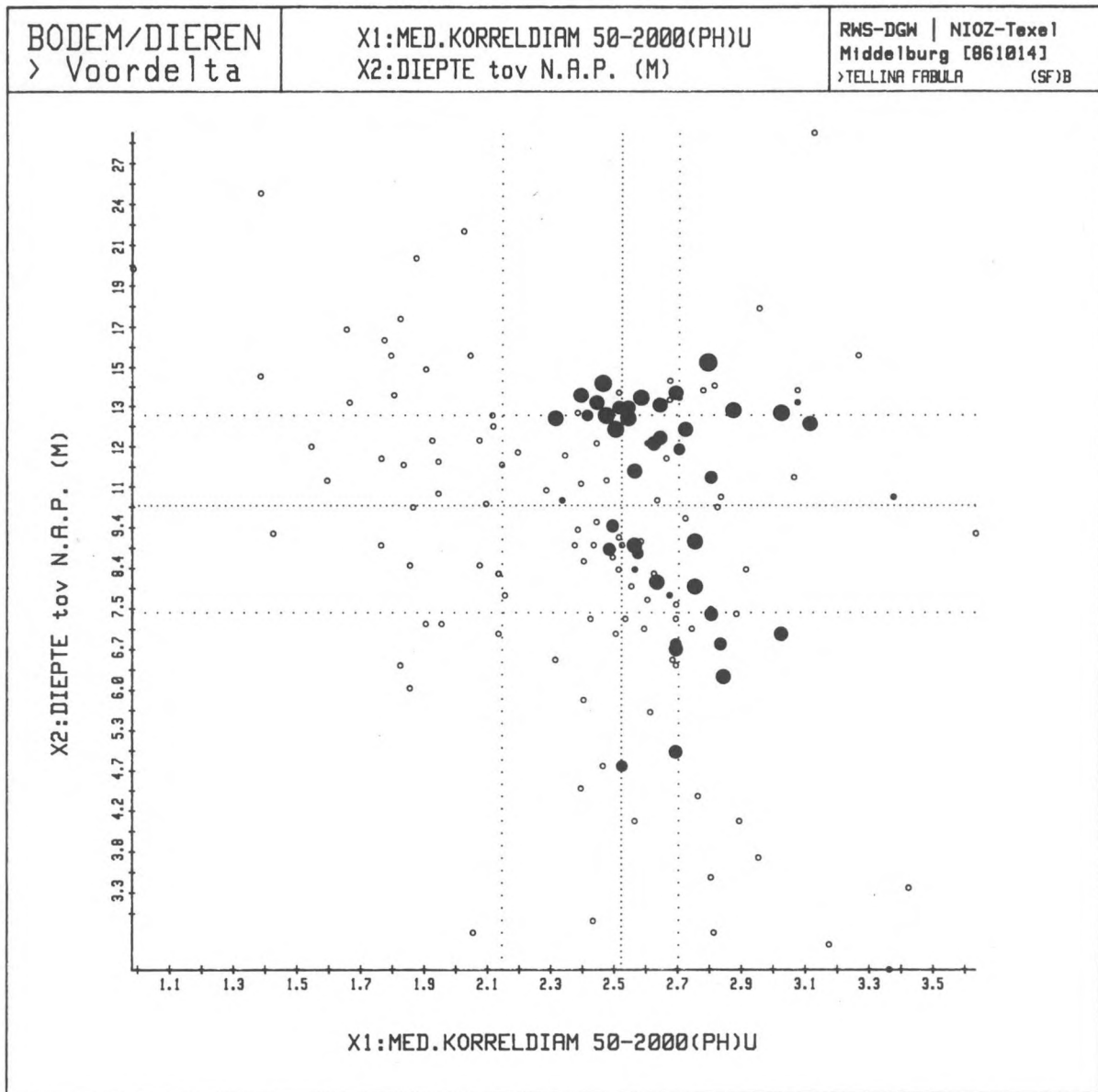
Figuur 43. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Macoma balthica anderzijds.

De dichtheid is weergegeven in de vorm van gesloten cirkels. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de log-getransformeerde dichtheid. Een open cirkeltje geeft aan dat de soort niet is aangetroffen. De stippellijnen geven de kwartielen van beide abiotische variabelen weer (gebaseerd op alle monsterpunten).



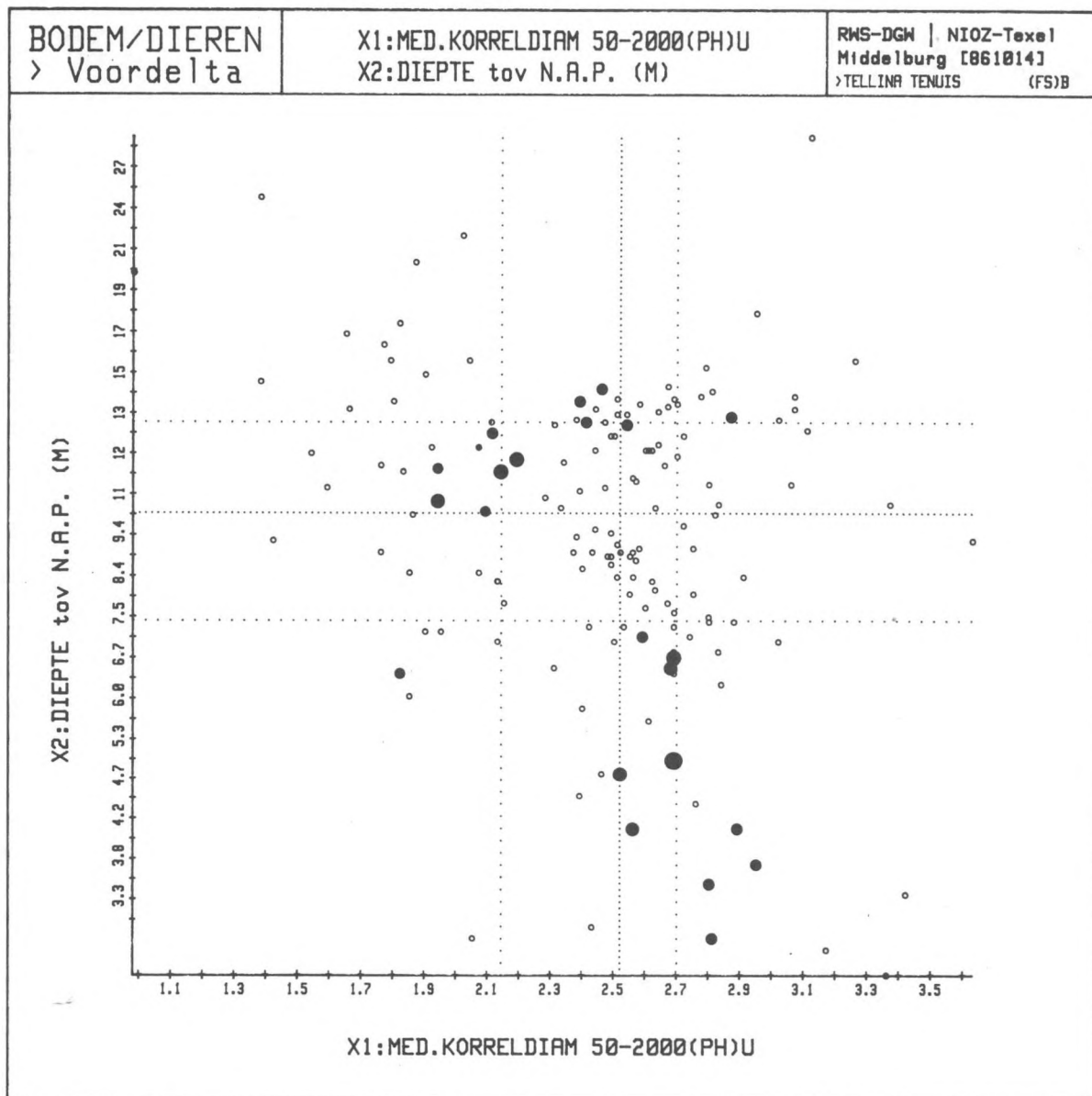
Figuur 44. De relatie tussen het slibgehalte en de diepte enerzijds en de dichtheid van Natica alderi anderzijds.

De dichtheid is weergegeven in de vorm van gesloten cirkels. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de log-getransformeerde dichtheid. Een open cirkeltje geeft aan dat de soort niet is aangetroffen. De stippellijnen geven de kwartielen van beide abiotische variabelen weer (gebaseerd op alle monsterpunten).



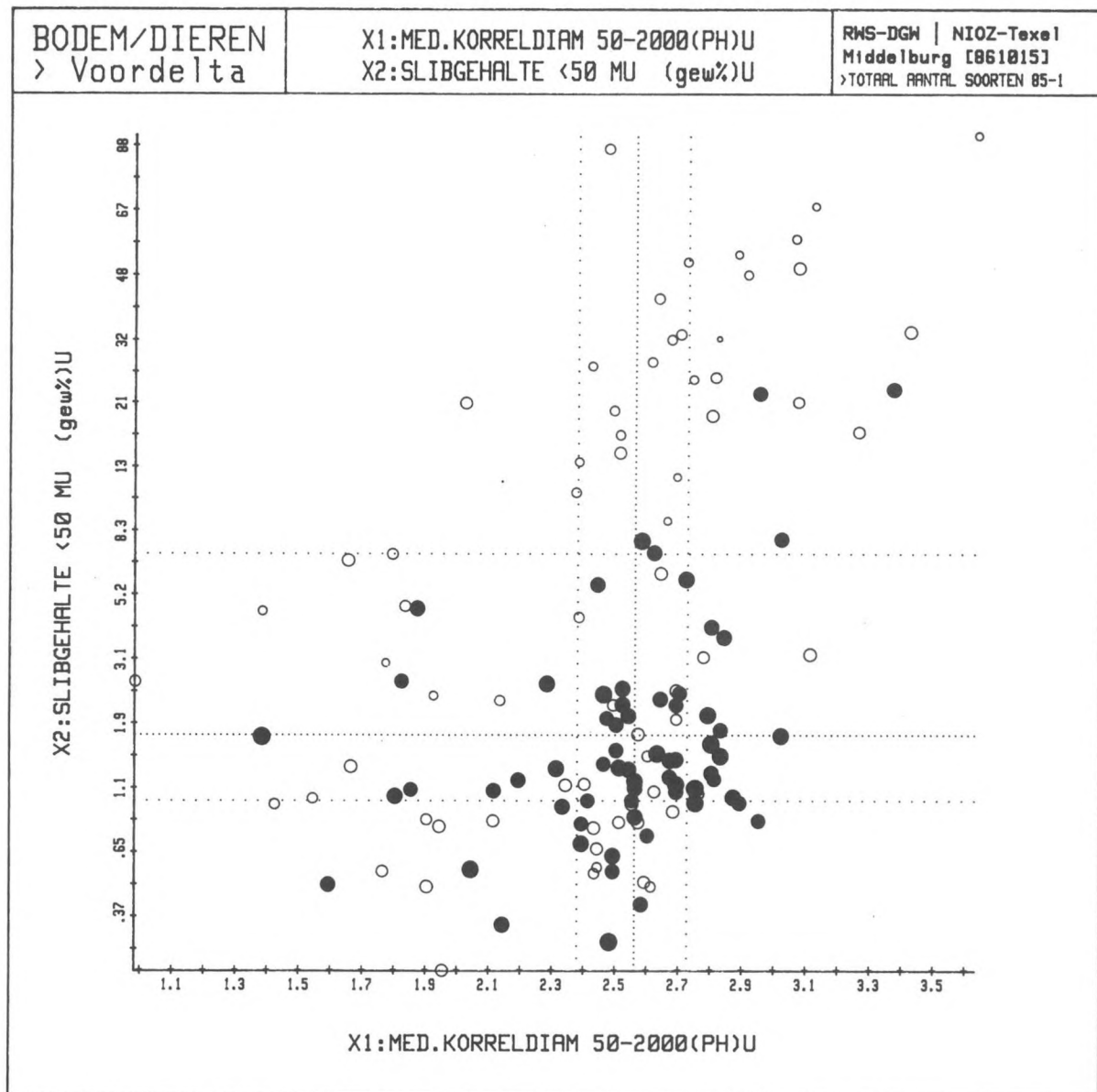
Figuur 45. De relatie tussen de mediane korreldiameter en de diepte enerzijds en de dichtheid van Tellina fabula anderzijds.

De dichtheid is weergegeven in de vorm van gesloten cirkels. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de log-getransformeerde dichtheid. Een open cirkeltje geeft aan dat de soort niet is aangetroffen. De stippellijnen geven de kwartielen van beide abiotische variabelen weer (gebaseerd op alle monsterpunten).



Figuur 46. De relatie tussen de mediane korreldiameter en de diepte enerzijds en de dichtheid van Tellina tenuis anderzijds.

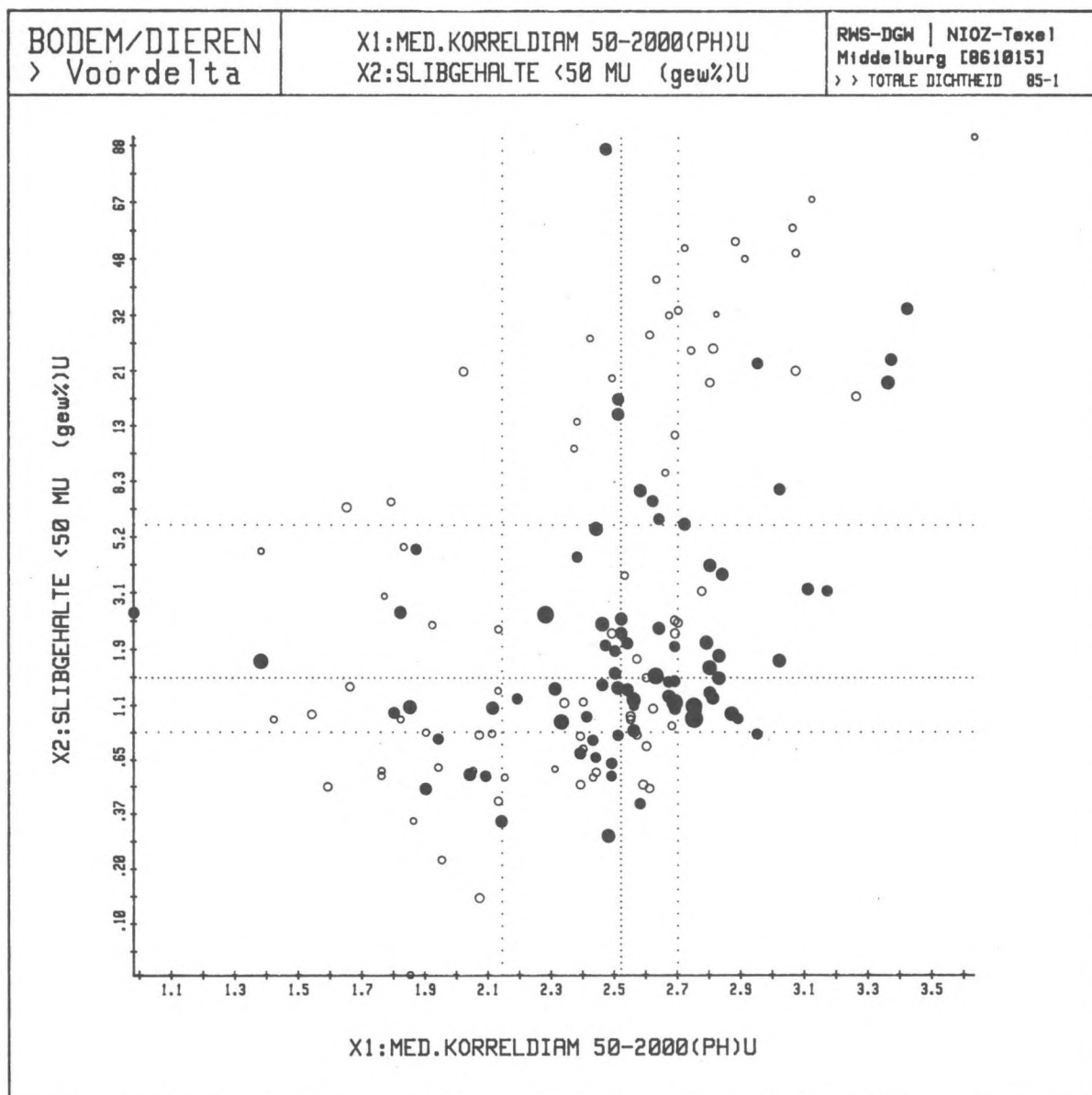
De dichtheid is weergegeven in de vorm van gesloten cirkels. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de log-getransformeerde dichtheid. Een open cirkeltje geeft aan dat de soort niet is aangetroffen. De stippellijnen geven de kwartielen van beide abiotische variabelen weer (gebaseerd op alle monsterpunten).



Figuur 47. De relatie tussen de mediane korreldiameter en het slibgehalte enerzijds en het totaal aantal soorten per RN-box anderzijds.

Het aantal soorten is weergegeven in de vorm van een cirkel. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met het aantal soorten. Open cirkels geven aan dat het totaal aantal soorten beneden het mediane soortenaantal voor alle monsters ligt.

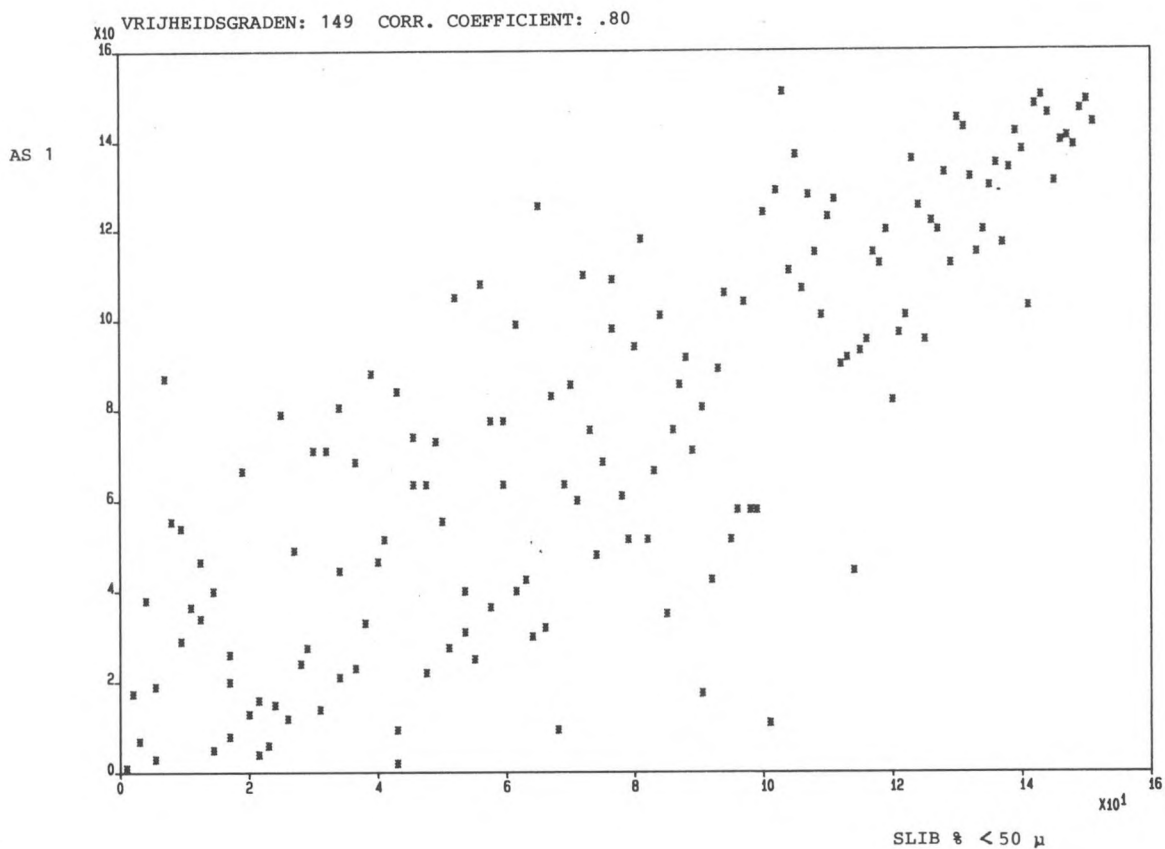
Gesloten cirkels geven aan dat het totaal aantal soorten boven de mediaan ligt. (N = 134, alléén RN-boxen).



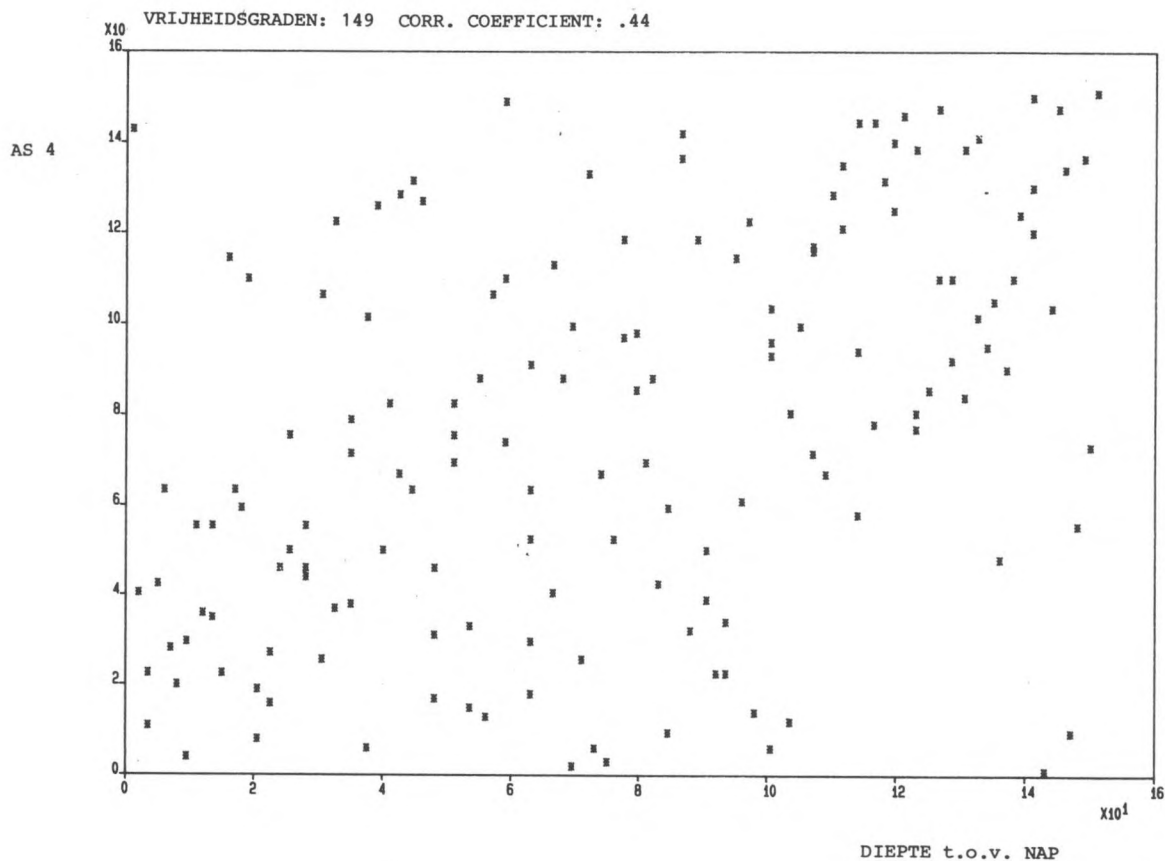
Figuur 48. De relatie tussen de mediane korreldiameter en het slibgehalte enerzijds en de totale dichtheid per monster anderzijds.

De dichtheid is weergegeven in de vorm van een cirkel. De oppervlakte van de cirkel neemt proportioneel toe met de niet-getransformeerde dichtheid.

Open cirkels geven aan dat de totale dichtheid per monster beneden de mediane waarde van de totale dichtheid voor alle monsters ligt. Gesloten cirkels geven aan dat de totale dichtheid per monster boven de mediaan ligt. (N = 153).



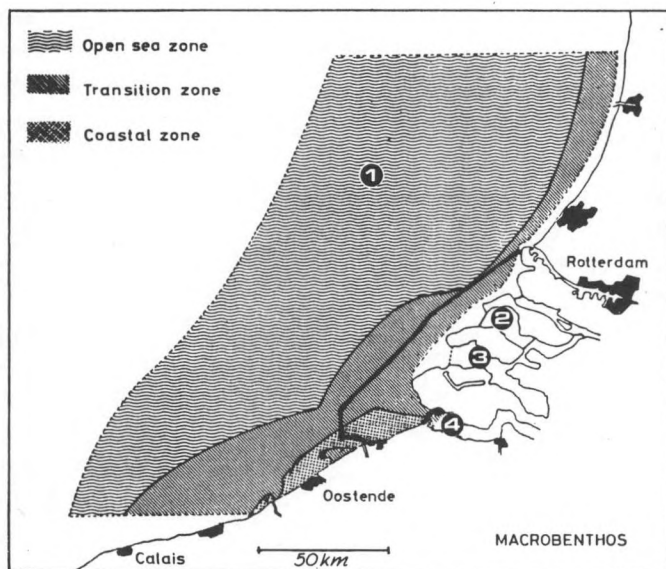
Figuur 49. Spearman's rangordecorrelatie tussen het slib % (<50 μ) en de eerste DECORANA-as (voor dichtheidsgegevens voor 78 soorten op 173 monsterplaatsen).



Figuur 50. Spearman's rangordecorrelatie tussen diepte t.o.v. N.A.P. en de vierde DECORANA-as (voor dichtheidsgegevens voor 78 soorten op 173 monsterplaatsen).

Dit figuur is gewijzigd overgenomen uit een artikel van Govaere e.a. (1980). Dit handelt over de zonering die er wordt waargenomen bij het macrozoöbenthos en de harpacticoida copepoden (meiofauna). In de figuur is het onderzoeksgebied van het Belgische onderzoek aangeduid, evenals het BOVO-gebied en de ligging van de onderzoeksgebieden, waarover in de discussie (zie 6 en de literatuurlijst) enkele opmerkingen worden gemaakt:

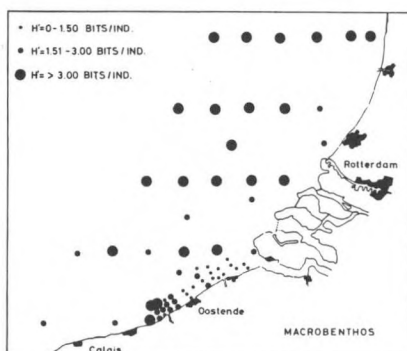
- 1 = off-shore onderzoek (1980-1984) in een dumpingsgebied voor afval-zuren uit de titaandioxideindustrie (Mulder, 1986)
- 2 = Grevelingen waar vóór de afsluiting met de Brouwersdam onderzoek is verricht door Wolff e.a. (1977) en waar Lambeck (1985), na de afsluiting (stagnante situatie) een stratified bemonstering heeft uitgevoerd o.a. in april 1984.
- 3 = Oosterschelde, waarvan enkele gegevens voor het sublitoraal uit het onderzoek in april 1984 van Coosen worden gebruikt (mond. med.).
- 4 = De Westerschelde, waar Vermeulen (1980) onderzoek heeft gedaan in augustus 1980 en waarvan enkele gegevens met name voor de sublito-rale stations van haar Vlissingen-raai worden gebruikt.



Mean biomass and diversity of macrobenthos in three zones of the Southern Bight (B: g ash-free dry weight; H: bits per ind.). Mean and standard error (n = 6)

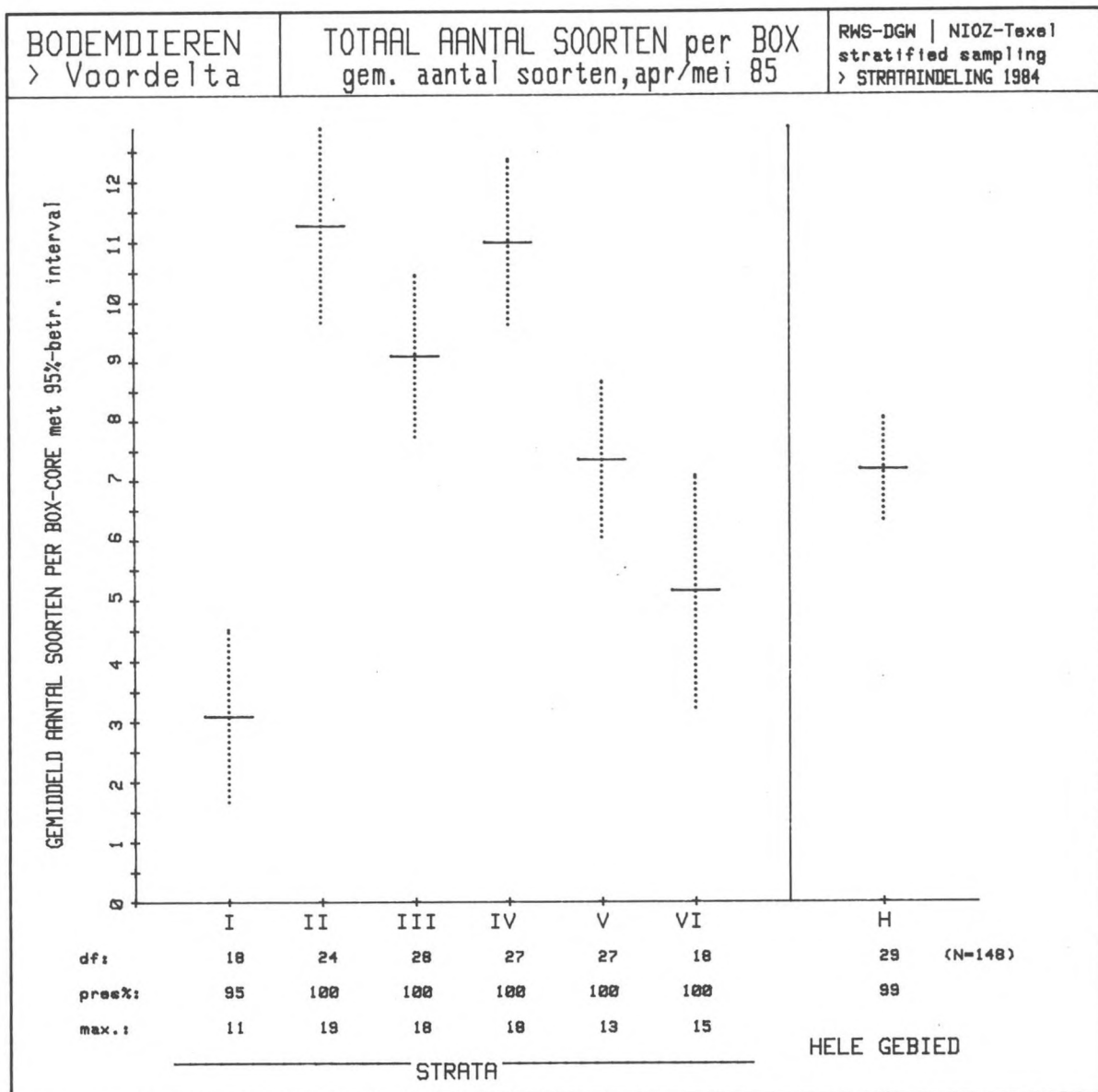
Zone		Polychaeta	Mollusca	Total
Open sea zone	B	0.94 ± 0.18	0.27 ± 0.99	2.12 ± 0.37
	H	2.59 ± 0.04	0.69 ± 0.13	3.28 ± 0.11
Transition zone	B	0.83 ± 0.24	1.72 ± 1.24	2.74 ± 1.45
	H	1.98 ± 0.29	0.92 ± 0.23	2.58 ± 0.25
Coastal zone	B	0.40 ± 0.28	0.97 ± 0.75	1.46 ± 0.78
	H	0.62 ± 0.10	0.35 ± 0.03	1.18 ± 0.19

De macrozoöbenthos zones, die intern niet homogeen zijn, worden onderscheiden op basis van associaties, bepaald uit gegevens (uit 1970-1975; voor ca. 250 0.1 m² Van Veen monsters; 0.85 - 1 mm zeef) voor 60, vooral voor de Belgische kust geconcentreerde stations (zie voor de positie van de stations het diversiteitskaartje). De direct aan de Nederlandse kust aansluitende zee-zone is niet onderzocht.



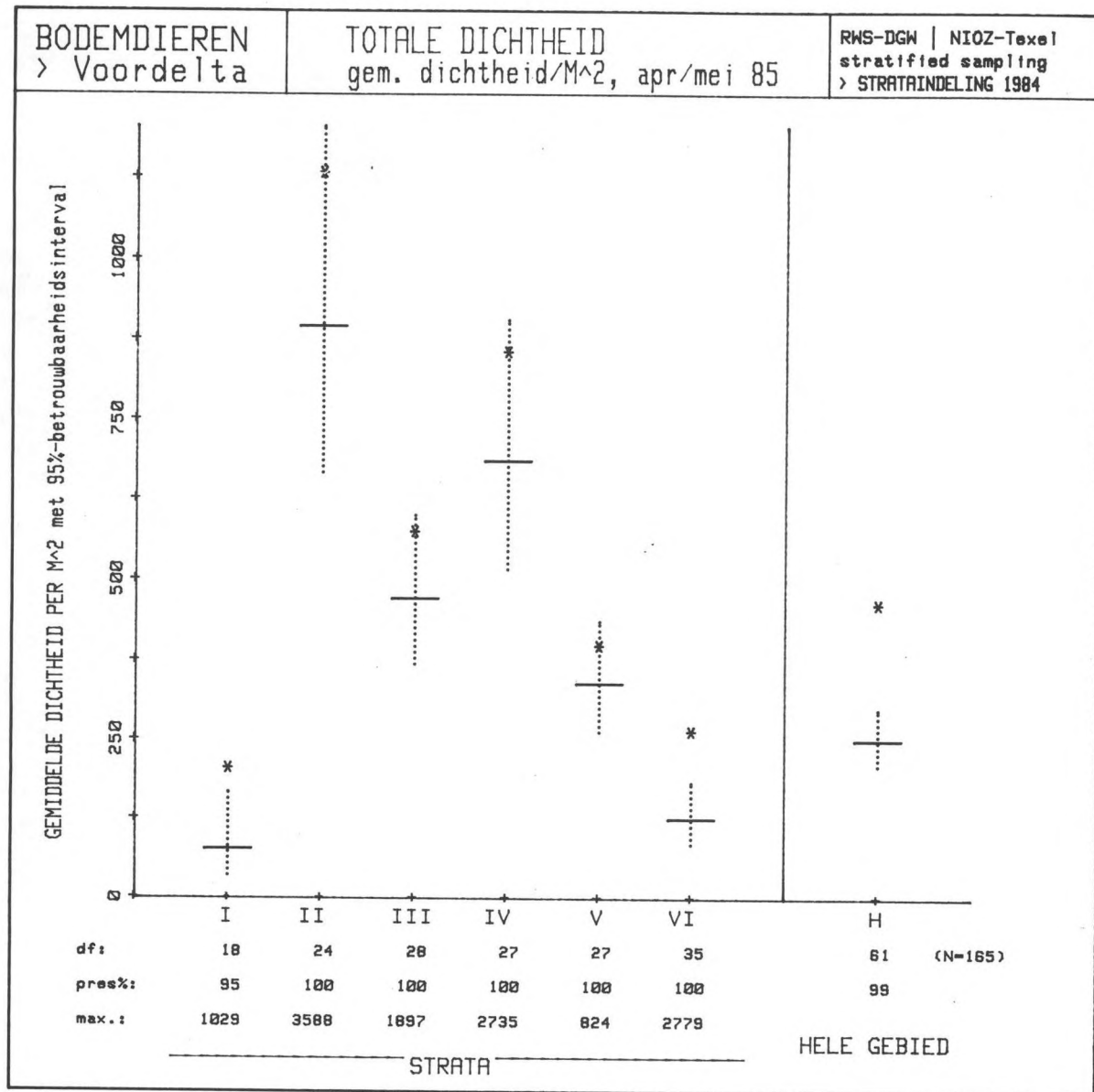
Species diversity (Shannon-Wiener index) of macrobenthos on 60 stations during the 1971-1972 survey

Figuur 51. Macrozoöbenthos-onderzoek in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee.



Figuur 52. Het gemiddeld aantal soorten per Reineck-box core per stratum en voor het gehele gebied (95%-bi getippeld).

DF = aantal (effectieve) vrijheidsgraden
 pres % = frequentie (voor het gehele gebied niet naar oppervlakte gewogen)
 max = maximum waarde voor variabele per monsterpunt



Figuur 53. De gemiddelde totale dichtheid per stratum en voor het gehele gebied (95%-bi van de geometrisch gemiddelde dichtheid gestipeld) (zie fig. 52).

* = aritmetisch gemiddelde

LIJST VAN BIJLAGEN

(de bijlagen zijn in te zien bij de bibliotheken van het NIOZ te Texel en bij Rijkswaterstaat-DGW te Middelburg).

Bijlage 1 Bemonsteringsgegevens

Bijlage 2 Strata-vergelijking voor abiotische factoren

Bijlage 3 Bodemdierenverspreidingskaartjes 1984 en 1985-1

Bijlage 4a Schattingen van gemiddelde dichtheden (1985-1) per stratum op basis van Reineck-serie (geometrisch gemiddelde dichtheid met 95%-bi)

4b Strata-vergelijking voor soortengroepen

4c Schattingen van gemiddelde dichtheden (1985-1) per stratum op basis van uitsluitend Van Veen-happen (geometrisch gemiddelde dichtheid met 95%-bi)

4d Schattingen van gemiddelde dichtheden (1984) per stratum (geometrisch gemiddelde dichtheid met $\sim$ 95%-bi)

Bijlage 5 Box-and-Whisker plots van de logaritmisches getransformeerde dichtheden (1985-1) per stratum

Bijlage 6a Bodemdierenpreferenties per abiotische factor, meest frequente soorten

6b Bodemdierenpreferenties per abiotische factor, minder frequente soorten

6c Bodemdierenpreferenties per soort voor de meest frequente soorten

OVERLAY I.

(strata-indeling-84)

TWINSpan - resultaten voor 1^e tocht (1984)

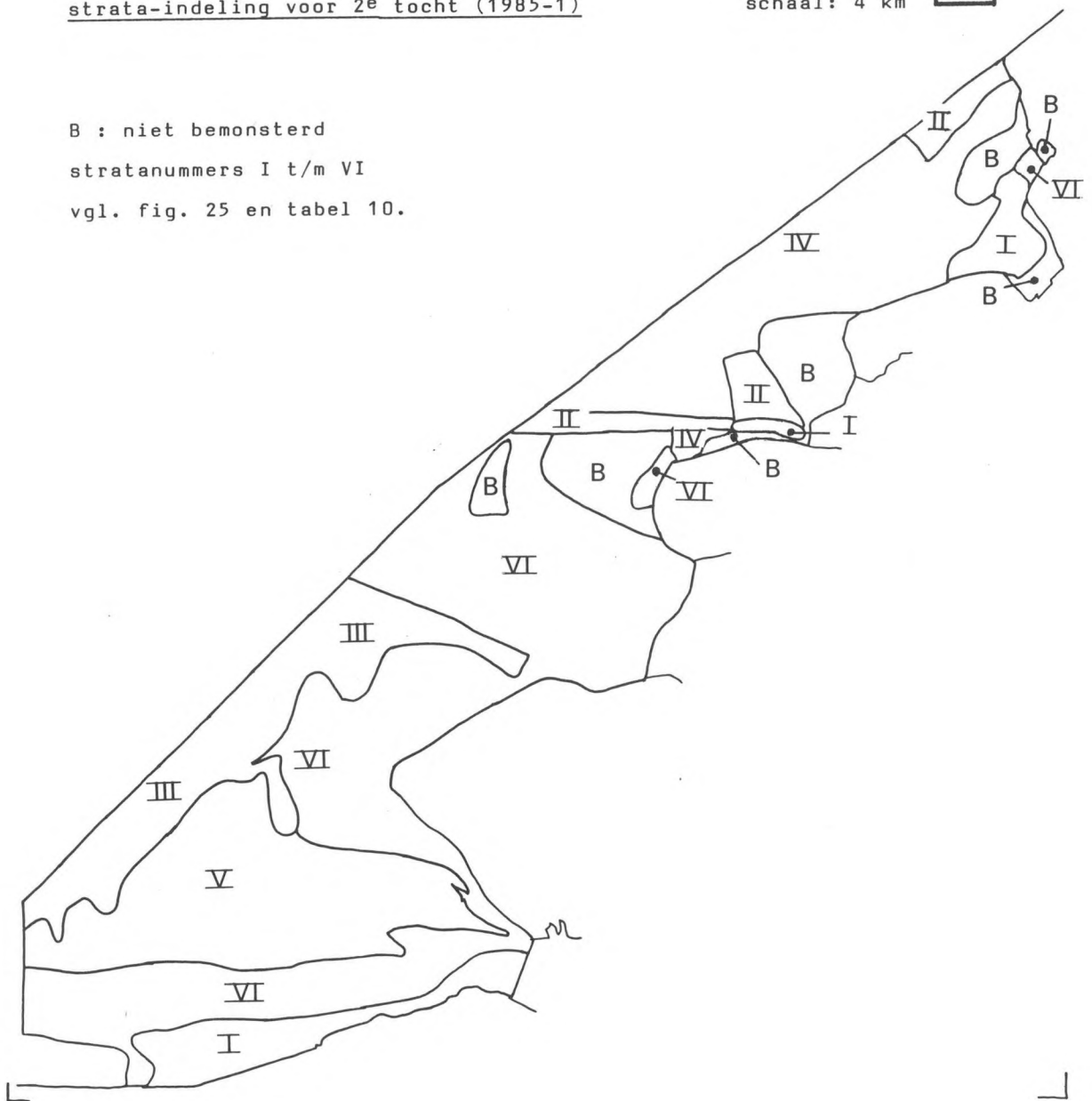
strata-indeling voor 2^e tocht (1985-1)

schaal: 4 km 

B : niet bemonsterd

stratanummers I t/m VI

vgl. fig. 25 en tabel 10.



OVERLAY II.

(strata-indeling-85)

TWINSpan - resultaten voor 2^e tocht (1985-1)

strata-indeling voor 3^e (1985-2)

schaal: 4 km 

0 : ondiep gebied

stratanummers I t/m X

vgl. fig. 27 en tabel 13.

