

Veranderingen in de Samenstelling van het Macrobenthos van het Grevelingenmeer (periode 1990-2000) en mogelijke Oorzaken

Bart Schaub, Dick van Oevelen, Wil Sistermans, Mieke Rietveld,
Peter Herman, Herman Hummel

Monitoring Taakgroep
Werkgroep Ecosysteem Studies

Mei-2002
Rapport nr. 2002-01



Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen
Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek

Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie (NIOO-CEMO)
Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke

© Copyright, 2002. Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek. Yerseke, Nederland.

Alle rechten beschermd. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband, elektronisch of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval system worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs/directeur van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO-CEMO).

Veranderingen in de Samenstelling van het Macrobenthos van het Grevelingenmeer (periode 1990-2000) en mogelijke Oorzaken, B.E.M. Schaub, D. van Oevelen, W. Sijm, M. Rietveld, P.M.J. Herman, H. Hummel (2002), 109 pp met illustraties in de tekst en bijlagen.

NIOO-CEMO Rapport 2002-01. KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.
ISSN Nummer 1381-6519

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in het kader van de Bekkenrapportage Grevelingen. De macrobenthosdata in dit rapport zijn afkomstig uit het BIOMON-programma van het Rijks Instituut voor Kust en Zee (RIKZ). BIOMON is een programma voor biologische monitoring van de Nederlandse zoute wateren. Het wordt geleid en gefinancierd door het RIKZ.

Er zijn een groot aantal personen die indirect of direct een bijdrage geleverd hebben aan de totstandkoming van dit rapport.

De bemonsteringen en laboratoriumanalyses zijn grotendeels uitgevoerd door de volgende personen: Emiel Brummelhuis, Wim Dimmers, Rinus Markusse, Wil Sistermans en Ko Verschuure. Tot 1998 stonden zij onder leiding van Johan Craeymeersch, daarna van Herman Hummel. John Buijs en Johan Craeymeersch hebben de eerste database voor de resultaten opgezet. Later is die door Wil Sistermans, in samenwerking met Karline Soetaert en Peter Herman, bewerkt en volledig gecontroleerd. Wil Sistermans was verantwoordelijk voor de data-extractie uit de database. Hij maakte het programma waarmee voor alle soorten temporele trends kunnen worden bestudeerd. Mieke Rietveld heeft de ecoprofielen van een aantal organismen verder uitgewerkt. De statistische analyses zijn uitgevoerd door Peter Herman, Dick van Oevelen en Bart Schaub. Peter Herman heeft de opzet van de data-analyse verzorgd en Dick van Oevelen en Bart Schaub hierin begeleid. Verdere aanvullende informatie werd geleverd door Herman Hummel en Wim Dimmers. Bart Schaub heeft, naar aanleiding van twee conceptrapporten en verder onderzoek, gezorgd voor de opzet en de eindredactie van dit rapport. Herman Hummel heeft het project gecoördineerd.

De contactpersonen vanuit het RIKZ die het project hebben begeleid zijn Rick Hoeksema, Ed Stikvoort en Joris Geurts van Kessel. Jeroen Wijsman (Waterloopkundig Laboratorium/RIKZ) heeft de conceptversie van commentaar voorzien. Gilles Wattel wordt bedankt voor het aanleveren data o.a. aangaande polderwaterlozingen en zoutgehaltes bij boei BG12.

Mei, 2002.
Yerseke.

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	5
1 Management Samenvatting	7
2 Introductie	9
<i>Leeswijzer</i>	10
3 Materiaal en Methoden	12
3.1 Monsterlocaties	12
3.1.1 Locaties bemonstering macrobenthos	12
3.1.2 Locaties bemonstering omgevingsvariabelen: waterkwaliteit.....	12
3.1.3 Locaties bemonstering omgevingsvariabelen: bodemsamenstelling.....	13
3.2 Macrobenthosbemonstering	13
3.2.1 Benthos Informatie System (BIS).....	13
3.2.2 Verspreidingskaarten macrobenthos m.b.v. BIS	14
3.2.3 Trends in het macrobenthos m.b.v. BIS	14
3.3 Omgevingsvariabelen	14
3.3.1 Waterkwaliteitsmetingen	14
3.3.2 Bodemsamenstelling.....	16
3.3.3 Microverontreinigingen	16
3.4 Statistische analyses.....	16
3.4.1 Macrobenthos	16
3.4.1.1 Univariate analyse	16
3.4.1.2 Multivariate analyse	17
3.4.2 Vergelijking tussen de omgevingsvariabelen van verschillende meetlocaties	19
3.4.3 Multivariate analyse en analyse van trends bij de omgevingsvariabelen (waterkwaliteit) van het macrobenthos.....	19
3.4.4 Verbanden tussen macrobenthos, waterkwaliteitsvariabelen, microverontreinigingen en bodemsamenstelling.....	19
3.4.5 Uitbijters	20
4 Resultaten	21
4.1 Macrobenthos.....	21
4.1.1 Aantal soorten.....	21
4.1.2 Ecoprofielen.....	21
4.1.3 Samenstelling Macrobenthos.....	21
4.1.3.1 Phylum Mollusca.....	23
4.1.3.1.1 Bivalven	23
4.1.3.1.1.1 Commerciële Bivalven Soorten	24
4.1.3.1.1.2 Gastropoden	24
4.1.3.1.3 Veranderingen bij andere Klassen Mollusca	25
4.1.3.1.4 Veranderingen in de wijze van voedselvergarings bij Mollusca.....	25
4.1.3.2 Phylum Annelida	25
4.1.3.3 Phylum Arthropoda	26
4.1.3.4 Andere Phyla	26
4.1.4 Vergelijking macrobenthos gemeenschappen en deelgebieden	26
4.1.5 Trends in de tijd.....	27
4.1.6 Samenvatting macrobenthos veranderingen.....	29

4.2	Analyse van omgevingsvariabelen	29
4.2.1	Vergelijking omgevingsvariabelen in de waterfase van verschillende locaties	29
4.2.2	Dominante trends in de omgevingsvariabelen op station Dreischor	31
4.2.3	Veranderingen in de bodemsamenstelling.....	39
4.2.4	Organische microverontreinigingen	42
4.3	Koppelingen tussen veranderingen in het macrobenthos en omgevingsvariabelen	44
4.3.1	Koppelingen tussen macrobenthos, verschillende waterkwaliteitsvariabelen en microverontreinigingen (TBT)	44
4.3.2	Koppeling tussen macrobenthos en bodemsamenstelling	45
5	Discussie	47
6	Conclusies.....	51
7	Aanbevelingen en Aanknopingspunten voor Beleid.....	53
7.1	Aanbevelingen voor verder onderzoek.....	53
7.2	Beleidspunten	53
8	Literatuur	54

Bijlagen

- I. Dichtheden en biomassa van het macrobenthos (jaargemiddeld overzicht en analyse in tabelvorm)
- II. Ecoprofielen van een aantal soorten
- III. Analyse Kreeftachtigen in relatie tot toename aantal geoorde futen

1 Management Samenvatting

Dit rapport maakt deel uit van de rapportage door het NIOO-CEMO van ecosysteemdata uit het Deltagebied ten behoeve van “Bekkenrapportages” (contracten RIKZ/AB/2001/60035 en 60165). Het is verder een uitwerking van het thema Monitoring en Biodiversiteit binnen het convenant tussen het RIKZ en het NIOO-CEMO. Centraal staat een evaluatie van de dynamiek en de recente veranderingen in samenstelling van de populaties van verschillende soorten bodemdieren (macrobenthos) uit het Grevelingenmeer. De gebruikte data zijn afkomstig uit meetcampagnes die plaats hebben gevonden in de periode van 1990 tot en met 2000 en zijn verzameld in het kader van het BIOMON-programma. Er is een koppeling gemaakt tussen deze data en verschillende omgevingsvariabelen. Voor de omgevingsvariabelen is gebruik gemaakt van data uit het DONAR-systeem (MWTL-data) van RWS. Van de macrofauna wordt een overzicht gegeven van de soortensamenstelling, de dominante soorten uitgedrukt in aantallen en biomassa per m². Hiervoor is gebruik gemaakt van de op het NIOO-CEMO ontwikkelde applicatie het Benthos Informatie Systeem (BIS). Met behulp van deze applicatie is voor een aantal soorten naar de lange termijn ontwikkeling gekeken. Ook wordt van een aantal soorten een zogenaamd “ecoprofiel” gegeven. Veranderingen, verbanden en trends zijn verder middels univariate en multivariate analysemethodieken geanalyseerd.

Uit deze analyse komt als belangrijkste conclusie naar voren dat er toch aanzienlijke verschuivingen zijn opgetreden in dichtheden en biomassa van een groot aantal soorten van het macrobenthos gedurende de periode 1990-2000. Van de 182 in het Grevelingenmeer aangetroffen macrobenthos taxa zijn 36 soorten (20%) significant in aantallen verandert ($p < 0.05$). Sommige soorten, met name schelpdieren, zoals het wadslakje *Hydrobia ulvae*, zijn nagenoeg verdwenen uit het Grevelingenmeer. Ook blijken soorten die commercieel van belang zijn zoals mossel, oester, kokkel met exponentiele snelheid uit het systeem te verdwijnen. Andere soorten, zoals sommige wormachtigen – maar niet alle soorten –, zijn aanzienlijk in dichtheden toegenomen. Verder zijn er een aantal wormen soorten sterk in dichtheden afgenomen. Verklaringen zijn gezocht in een veranderende waterkwaliteit en/of veranderende bodemsamenstelling. Voor een verandering in de bodemsamenstelling op systeemniveau zijn geen aanwijzingen gevonden, wel is de bodemsamenstelling van belang voor de verspreiding van het macrobenthos.

Het Grevelingenmeer lijkt minder geschikt geworden voor een groot aantal soorten die voedsel uit het water filteren: een groot aantal soorten van verscheidene taxonomische groepen (phyla) die er een filtrerende wijze van voedselvergaring op na houden gaan in dichtheden achteruit. Dit zou kunnen komen door de afsluiting van het gebied. Hierdoor is er minder waterbeweging en zakt het zwevend materiaal eerder naar de bodem. Voedsel lijkt eerder terecht te komen op en in de bodem waarvan organismen profiteren die van depositie leven (b.v. wormen).

Van de zeven soorten Gastropoda zijn vier soorten sterk achteruit gegaan. Een effect van microverontreinigingen zoals de toxische stof tributyltin (TBT) op de ontwikkeling van o.a. schelpdieren kan nog steeds niet helemaal uitgesloten worden, ondanks het feit dat de belasting van het Grevelingenmeer sterk is afgenomen. Zet de trend door (exponentiele afname) dan wordt over ongeveer zes jaar een aanvaardbare situatie m.b.t. TBT verwacht. In de buurt van de havens is de concentratie van deze stof nog steeds boven de maximale niveaus waarop geen effect verwacht wordt. Daarbij komt dat er weinig bekend is over de lange termijn effecten van dit soort stoffen.

Het doorzicht van het Grevelingenmeer is sterk veranderd. Gedurende de afgelopen 10 jaar is dit afgenomen van 50 dm naar 25 dm. Hierdoor moet het lichtklimaat in de diepere gedeelten van het meer aanzienlijk zijn veranderd. Het gevolg is dat de condities voor de ontwikkeling van microfytobenthos achteruit zijn gegaan. Dit zou de reden kunnen zijn dat het areaal voor epibenthische grazers zoals het wadslakje achteruit is gegaan. Verder zou een dergelijke achteruitgang in doorzicht een additionele verklaring kunnen geven waarom het zeegras zich niet in het systeem kan herstellen. Naar de oorzaak van de achteruitgang van het doorzicht is gezocht. De achteruitgang lijkt niet veroorzaakt te worden door veranderingen in het zwevend stof gehalte, POC of DOC. De veranderingen lijken slechts ten dele samen

te vallen met veranderingen in b.v. het gehalte van het chlorofyl. Derhalve wordt als oorzaak gedacht aan een lichtabsorberende stof die mogelijk de kleur van het water verandert. Polderwaterlozingen op het meer lijken een rol te spelen en zijn mogelijk als procesindicator of co-variabele van belang. De lozingen spelen ook een rol bij de stikstofbelasting van het systeem. Verder kunnen grootschalige processen van belang zijn vanwege het feit dat doorzichtveranderingen zich ook lijken voor te doen in andere systemen (Oosterschelde, Waddenzee, Noordzee), maar of deze afzonderlijke situaties met elkaar vergeleken kunnen worden zijn is niet bekend.

De consequenties van de veranderingen in het macrobenthos lijken te zijn dat voor schelpeneters, waaronder bijvoorbeeld sommige soorten vogels (b.v. duikeenden) de hoeveelheid voedsel vermindert in het gebied. Daarentegen lijkt de situatie voor weer andere soorten, zoals geoorde futen, sterk te zijn verbeterd: er wordt een relatie gevonden tussen dichtheden aan Kreeftachtigen en die van geoorde futen. Deze relatie kan de toename van deze vogelsoort verklaren.

Het is wenselijk dat door middel van strategische monitoring, waarbij de waterkwaliteit in het systeem wordt gevolgd in nauwe samenhang met de macrobenthos monitoring, een beter inzicht wordt verkregen in de sturende processen die zich afspelen in het Grevelingenmeer. Dertig jaar na de afsluiting van de Grevelingen doen zich nog steeds opvallende veranderingen voor in het macrobenthos. Deze duiden erop dat dit meer nog steeds niet in een natuurlijk evenwicht is gekomen.

2 Introductie

In dit rapport wordt verslag gedaan van veranderingen in de samenstelling van het macrobenthos in relatie tot veranderingen in de omgevingsfactoren van het Grevelingenmeer gedurende de jaren negentig.

Het Grevelingenmeer is het enige stilstaande zoutwatermeer in Nederland met een gemiddeld zoutgehalte van ongeveer 29.5%. Het is kunstmatig aangelegd in 1971 als een uitvloeisel van de Deltawerken. Het meer kenmerkt zich door een relatieve helderheid en matige voedselrijkheid. Via de sluis in de Brouwersdam stroomt Noordzeewater het meer in en wordt het zoutgehalte op peil gehouden. De sluis is eind 1978 in gebruik genomen. Verder vindt er uitwisseling plaats middels schutwater via de sluis van Bruinisse in de Grevelingendam met Zijpe. De belasting van het Grevelingenmeer door schutwater is minimaal. In het waterbeheer heeft deze sluis vooral een functie als uitlaat. Het meer wordt verder belast met polderwater uit de omgeving. Een belangrijke verandering in het beheer van het Grevelingenmeer die recentelijk is opgetreden is het openzetten van de spuisluis in de Brouwersdam tijdens de zomerperiode vanaf 1999. In deze periode wordt er warm, zoutwater het Grevelingenmeer ingelaten. Het gevolg is dat de stratificatie en zuurstofloosheid in de diepere gedeelten van het meer (putten van Scharendijke en Den Osse) niet meer de hele zomerperiode duurt maar dat deze gedurende de zomerperiode wordt opgeheven. Verder oostelijk in het Grevelingenmeer is er daarentegen meer kans op zuurstofloosheid in de geul. Andere consequenties van het openzetten van het spui in de zomer zijn het zouter worden van het Grevelingenmeer en de mogelijke toevoer van organisch materiaal vanaf de Noordzee tijdens een *Phaeocystis* bloei.

In het kader van integraal waterbeheer en de functies die met prioritering zijn toegekend aan de verschillende watersystemen zijn er voor het Grevelingenmeer onder meer belangrijke functies weggelegd voor de recreatie almede natuurbehoud en ontwikkeling. Verder speelt schelpdiervisserij (o.a. oesterkweek) er een rol. Ook is van belang de bescherming van leefgebieden voor vogels. Voor enkele soorten verblijft minimaal 1% van de soort regelmatig in het gebied waardoor het gebied onder de Europese vogelrichtlijn valt.

Macrobenthos speelt een belangrijke rol in het systeem. Enerzijds zijn er commerciële belangen voor een aantal soorten, anderzijds dient het o.a. als voedselbron voor verschillende soorten vis en vogels. Veranderingen in de samenstelling (dichtheden, biomassa) van het macrobenthos kunnen dan ook effecten hebben op de beschikbaarheid van voedsel voor aantal soorten vis of vogels. Door monitoring van de veranderingen in verschillende functionele groepen van het macrobenthos (b.v. filtrerende of sedimentetende benthos) kunnen verschuivingen gesignaleerd worden.

In het kader van het BIOMON-programma van het Rijks Instituut voor Kust en Zee (RIKZ) vindt er sinds 1990 in het voor- en najaar een inventarisatie plaats van het macrobenthos in het oostelijk en westelijk deel van het Grevelingenmeer. BIOMON is een programma voor biologische monitoring van de Nederlandse zoute wateren. De inventarisaties van het macrobenthos worden routinematig uitgevoerd door het NIOO-CEMO te Yerseke. Resultaten van de meetcampagnes zijn verwerkt in diverse rapportages. Voor een recent overzicht wordt verwezen naar Sistermans *et al.* (2001). In deze rapportages is tot dusverre vooral aandacht besteed aan het presenteren van de gegevens zoals die verzameld zijn gedurende de campagnes.

In dit rapport wordt een start gemaakt met de analyse van de gegevens. Een dergelijke analyse van trends en veranderingen die zich hebben afgespeeld in de samenstelling van het macrobenthos draagt bij tot een beter begrip van de processen die zich afspelen in het water en rondom de bodem van het meer. Een dergelijke kennisopbouw kan bijdragen tot specifiek te ontwikkelen beleid waarin gekomen kan worden tot een optimalisatie van de biodiversiteit en habitathandhaving of habitatontwikkeling.

Uit deze analyse komt naar voren dat er gedurende de jaren negentig duidelijke verschuivingen zijn opgetreden in de samenstelling van het benthos. Soorten als *Hydrobia ulvae* en *Littorina littorea* kwamen in 1990 nog volop voor maar hebben inmiddels plaats gemaakt voor soorten als *Nereis succinea* en *Mya arenaria*. Maar er lijkt meer aan de hand te zijn.

Mogelijke verklaringen voor de veranderende samenstelling van het benthos kunnen worden gezocht in (i) een verandering van de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer (ii) de effecten van microverontreinigingen of (iii) veranderingen van de sedimentsamenstelling. In dit rapport wordt elk van deze mogelijke verklaringen nader uitgewerkt. Aan de rol van factoren zoals “top-down” en “bottom-up” controle van het macrobenthos wordt slechts aandacht besteed voor zover gegevens voor handen zijn: zo wordt de mogelijke toename van het aantal geoorde futen in het gebied in verband gebracht met de veranderingen in dichtheden en biomassa van het aantal Kreeftachtigen (Bijlage III).

Leeswijzer

Het huidige rapport is de eerste in een reeks van verslagen waarin de analyse en interpretatie van de monitoring gegevens en een evaluatie van de huidige status van het macrobenthos uit het Deltagebied centraal staat. Dit rapport is derhalve deels exploratief: het geeft vooral een overzicht van de mogelijkheden die er zijn. Derhalve is voor de volgende opzet van dit rapport gekozen:

In de **Materiaal & Methoden** sectie (§3) wordt, buiten een overzicht van gebruikte materiaal en methodieken, aandacht besteed aan een speciale applicatie die ontwikkeld is op het NIOO-CEMO, het zogenaamde BIS oftewel het Benthos Informatie Systeem. In dit systeem worden alle data betrekking hebbende op de verspreiding van het macrobenthos opgeslagen en beheerd. Er wordt een overzicht gegeven van de mogelijkheden die deze applicatie biedt.

In **Resultaten** (§4) sectie wordt aandacht besteed aan de volgende punten: welke soorten worden aangetroffen, wat zijn de dichtheden en wat zijn de trends? Zijn er verschuivingen in de gemeenschappen? De gegevens worden gekoppeld met omgevingsvariabelen. De trends die waar te nemen zijn bij een aantal van deze omgevingsvariabelen worden gepresenteerd en besproken. De koppeling tussen macrobenthos gegevens en omgevingsvariabelen vindt plaats met behulp van z.g. gradiëntanalyse technieken. Deze statistische technieken leggen verbanden tussen individuele soorten of populaties en omgevingsvariabelen. Gezien de grote hoeveelheid aan gegevens alsmede technieken die beschikbaar zijn voor data-analyse is een selectie gemaakt. Deze selectie concentreert zich vooral op de belangrijkste veranderingen die plaats hebben gevonden in het macrobenthos. Ook zijn er behalve de huidige gegevens verzameld in het kader van het BIOMON-programma, nog meer historische gegevens beschikbaar. Een gedeelte van deze gegevens is echter nog niet gedigitaliseerd en kan derhalve niet meegenomen worden in de huidige analyse. Het is de bedoeling deze historische data op een later tijdstip te integreren met de huidige set aan gegevens. Deze informatie kan van belang zijn of er een streefbeeld voor de bodemfauna van het gebied vastgesteld kan worden. In de **Discussie** (§5) en **Conclusies** (§6)

worden de resultaten in breder verband besproken en conclusies getrokken. In de **Aanbevelingen** (§7) wordt aandacht besteed aan de uitdagingen die er nog liggen en mogelijke aanknopingspunten voor beleidsontwikkeling.

In deze fase van het onderzoek is het nog te vroeg om een vergelijking van deze resultaten te maken met de analyseresultaten uit andere bekkens, daar deze nog niet beschikbaar zijn. Deze koppeling zal in een latere fase van de evaluatie plaatsvinden. Het is de verwachting dat gecombineerd met het werk van Ysebaert (2000) de consequenties van de veranderingen in het macrobenthos beter begrepen worden.

3 Materiaal en Methoden

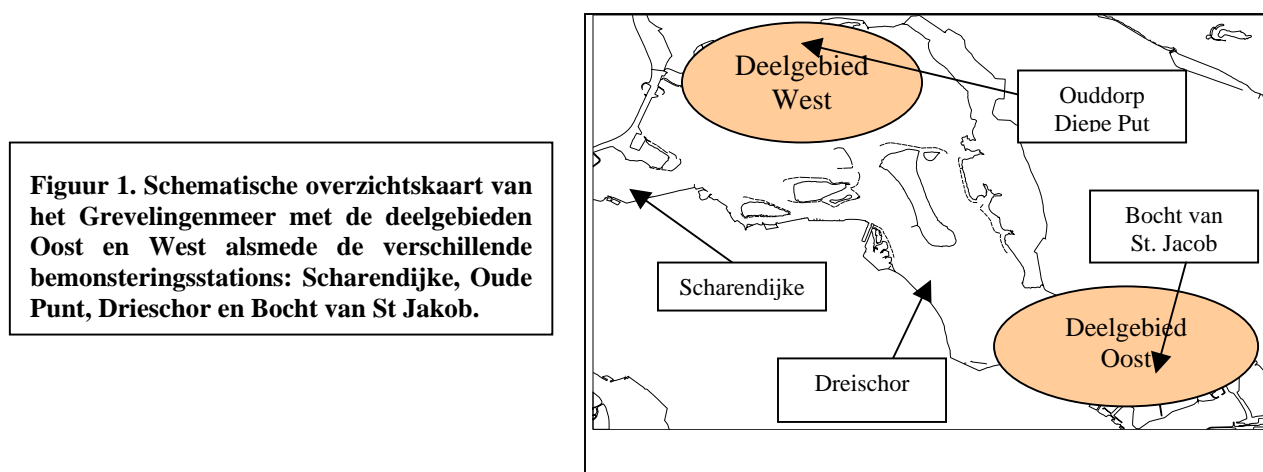
3.1 Monsterlocaties

3.1.1 Locaties bemonstering macrobenthos

De bemonstering van het macrobenthos vindt plaats binnen twee zones of deelgebieden van het Grevelingenmeer. Het ene gebied is gesitueerd in het oostelijk deel van het meer en het andere in het westelijk deel (Figuur 1). Het westelijk deelgebied staat onder invloed van het Noordzeewater dat binnenkomt via de uitwisseling door de Brouwersdam. Het oostelijk gebied wordt slechts in geringe mate beïnvloed door het zoete water dat via de sluis in de Grevelingendam het meer binnenkomt. Het zoete water is afkomstig van Zijpe van de sluis van Bruinisse. De metingen worden halfjaarlijks uitgevoerd door het NIOO-CEMO, middels schepen van Rijkswaterstaat.

3.1.2 Locaties bemonstering omgevingsvariabelen: waterkwaliteit

Om de effecten van de waterkwaliteit op de samenstelling van het macrobenthos te detecteren is het wenselijk, dat zoveel mogelijk op dezelfde locaties de bemonstering van het macrobenthos en de bemonstering van de waterkwaliteit plaatsvinden. De waterkwaliteitsmetingen van het Grevelingenmeer worden uitgevoerd door Rijkswaterstaat (RWS). Vanaf 1985 wordt de waterkwaliteit alleen structureel en routinematig gemeten op het Station Dreischor. Dit station is centraal gelegen in het systeem. In Figuur 1 is duidelijk te zien dat waterkwaliteitsgegevens (Station Dreischor) op een andere locatie wordt gemeten dan de macrobenthosbemonsteringen (Deelgebieden Oost en West).



Wel zijn er van voor 1985, de periode 1972-1985, gegevens beschikbaar omtrent de waterkwaliteit van verschillende stations. Voor het Station Dreischor zijn gegevens beschikbaar vanaf 1982 tot en met heden. Om uit te zoeken of waterkwaliteitsgegevens van het Station Dreischor model kunnen staan voor de monsterlocaties van het macrobenthos in het oosten en het westen van het Grevelingenmeer zijn eerst een aantal vergelijkingen uitgevoerd op grond van deze oude data. Hiertoe is een vergelijk gemaakt tussen de waterkwaliteitgegevens in het oosten (Station Bocht van St. Jacob) en het westen (Station Ouddorp Diepe Put) met de gegevens van Station Dreischor over deze periode.

3.1.3 Locaties bemonstering omgevingsvariabelen: bodemsamenstelling

Buiten de waterkwaliteit is de bodemsamenstelling één van de factoren die medebepalend is voor de soorten die er leven. Een mogelijke verklaring voor een veranderende samenstelling van het macrobenthos kan dan ook gezocht worden in veranderingen van verschillende bodemparameters. In het jaar 1979 heeft in het Grevelingenmeer een grootschalige bemonstering op 32 locaties plaatsgevonden in het kader van het opstellen van een gedetailleerde bodemkaart. In 1989 en 1995 heeft een herhaling van deze bemonstering plaatsgevonden (Nieuwenhuize et al., 1995). De volgende parameters zijn gemeten: % organisch koolstof, % slib <16 µm, % CaCO₃, chlorofyl-a, en als maat voor de korrelgrootte van het sediment: phi mediaan en phi sortering. Ook in het kader van het BIOMON-programma zijn, als aanvulling op de bemonsteringen van het macrobenthos, in de jaren 1990, 1991, 1995, 1999 en 2000, parameters bepaald gebaseerd op basis van de korrelgrootte. De bemonstering vond plaats binnen de twee deelgebieden tegelijkertijd met de bemonstering van het macrobenthos.

3.2 Macrobenthosbemonstering

Veldwerk: In de twee deelgebieden van het Grevelingenmeer worden drie verschillende dieptestrata onderscheiden:

1. 0 - 2 m (<2 m),
2. van 2 - 6 m,
3. 6 - 45 m (>6 m).

Binnen ieder diepte stratum worden per halfjaarlijkse veldcampagne steeds 10 monsters genomen. Stations tot een diepte van 2 meter worden bemonsterd met een zogenaamde "Flushing Sampler" (Ø 16 cm) met een oppervlakte van 0.020 m². De bemonstering van de diepere strata vindt plaats met behulp van een Reineck box-corer. Uit de box-corer worden steeds drie deelmonsters genomen met een ronde buis (Ø 8 cm) met een totaal oppervlakte van 0.015 m². De monsters worden aan boord uitgespoeld op een 1 mm zeef en het residu wordt in pH-geneutraliseerde formaline bewaard. Veldwerkcampagnes vinden twee maal per jaar plaats: in het voorjaar/lente (april/mei) en najaar/herfst (september/oktober). De gebruikte monstermethode is niet optimaal voor de grote macrobenthos soorten zoals de oester. Dit is van belang voor de interpretatie van de resultaten.

Laboratorium: In het laboratorium worden de monsters nagespoeld met zeewater, gekleurd met behulp van Bengaal roze en tenslotte gesorteerd en gedetermineerd. De monsters worden met behulp van zeven in fracties gedeeld. Het macrobenthos omvat alle soorten >1 mm. Zo mogelijk worden de dieren tot op soort gedetermineerd met uitzondering van een aantal groepen zoals Oligochaeta, Actinaria en Nemerta en nog een aantal andere groepen organismen. Ook worden de aantallen en de biomassa van iedere soort bepaald. Dit laatste kan door (Sisternans *et al.*, 2001):

- a. het bepalen van het asvrijdrooggewicht (ADW),
- b. op grond van lengte-gewicht relaties, en
- c. door middel van het converteren van natgewicht in drooggewicht.

3.2.1 Benthos Informatie Systeem (BIS)

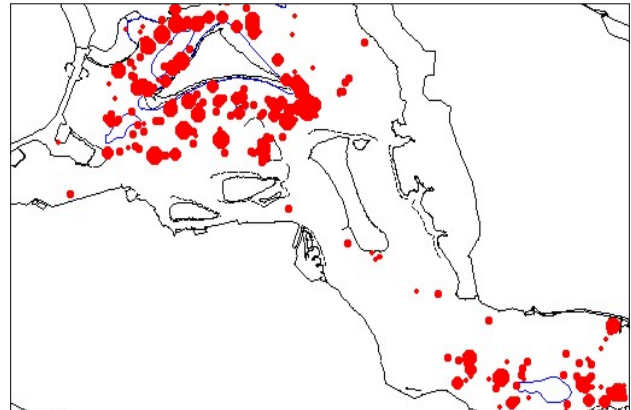
Tegenwoordig worden de verkregen data uit ieder monster standaard ingevoerd in een relationele database oftewel het zogenaamde Benthos Informatie Systeem (BIS). Dit datamanagement systeem is een applicatie die ontwikkeld is op het NIOO-CEMO. Op dit

momenteel zijn er in de database ongeveer 500.000 aparte regels ingevoerd met informatie over vindplaats en tijd van bodemdieren. Verder zijn er ook gegevens over de verspreiding van vissen aanwezig in het bestand. Voortdurend worden de nog beschikbare maar niet gedigitaliseerde historische gegevens over o.a. het macrobenthos in deze database opgenomen zodat deze gegevens te zijner tijd ook in het huidige onderzoek geïntegreerd kunnen gaan worden. Dit betekent dat zelfs gegevens van voor de uitvoering en totstandkoming van de Deltawerken in de database opgenomen zullen zijn. Het BIS maakt gebruik van Microsoft Access software.

3.2.2 Verspreidingskaarten macrobenthos m.b.v. BIS

Op basis van de gegevens kunnen vanuit de database met behulp van het BIS per soort of soortengroep verspreidingskaarten worden gemaakt. Hierbij kunnen de resultaten van een campagne of een specifiek opgegeven periode voor een gewenst totaal of slechts deelgebied worden weergegeven. Als voorbeeld is in Figuur 2 de gemiddelde aanwezigheid (op basis van aantallen) over de periode 1990-1999 gegeven van het wadslakje *Hydrobia ulvae*. Gemiddeld beschouwd zijn wadslakjes in alle onderzochte delen van het Grevelingenmeer in grote aantallen aanwezig.

Figuur 2. Verspreiding van het wadslakje *Hydrobia ulvae* in het Grevelingenmeer met behulp van de BIS-applicatie (gemiddelde aantal gevonden in de jaren 1990-1999; kleinste bolletje voor 0-100 per m², grootste bolletje meer dan 5000 organismen per m²).



3.2.3 Trends in het macrobenthos m.b.v. BIS

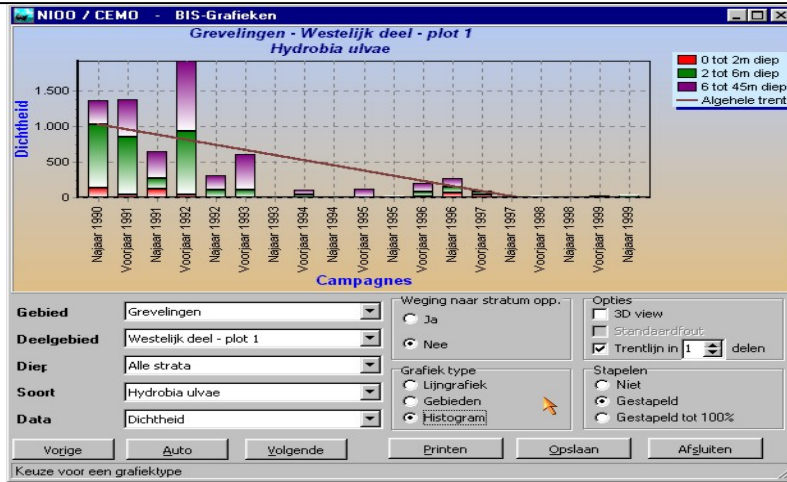
Net zoals de verspreidingskaarten kunnen er met behulp van de BIS applicatie per soort, soortgroep of functionele groep (zoals “suspension feeders”) eveneens over een gewenste periode de lange termijn ontwikkeling in een bepaald gebied bekeken worden. Voorbeelden van deze lange termijn reeksen zijn in Figuur 3 en 4 gegeven. Deze figuren laten duidelijk zien dat er sterke veranderingen zijn opgetreden gedurende de negentiger jaren in het voorkomen van het wadslakje en de *neride* worm *Nereis succinea*.

3.3 Omgevingsvariabelen

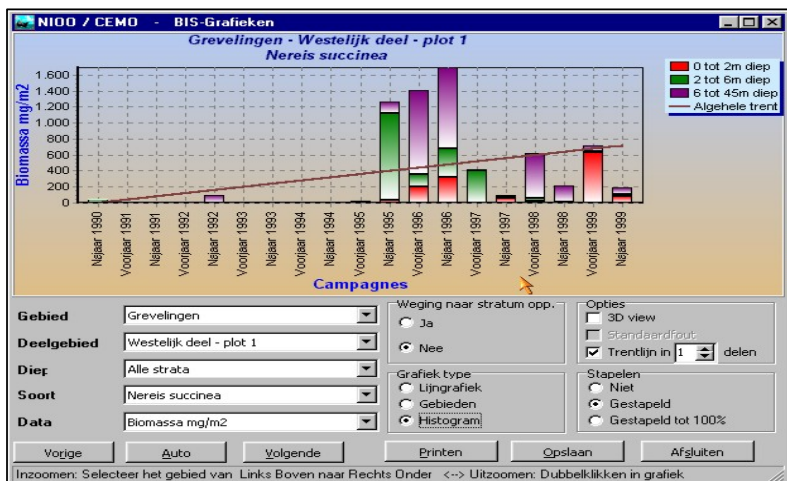
3.3.1 Waterkwaliteitsmetingen

Voor de wijze waarop de verschillende waterkwaliteitsparameters gemeten en verzameld worden verwijzen wij naar RWS. De waterkwaliteitsgegevens worden beheerd in het DONAR informatiesysteem (vervangen door het WADI) van RWS. In dit rapport wordt alleen stilgestaan bij de wijze waarop de data toegankelijk zijn gemaakt voor analyse en integratie in het huidige project.

Figuur 3. Veranderingen in de dichtheid ($n \cdot m^{-2}$) van het wadslakje *Hydrobia ulvae* gedurende de periode 1990-1999 in het westelijk gedeelte van het Grevelingenmeer.



Figuur 4. Veranderingen in de dichtheid ($n \cdot m^{-2}$) van de worm *Nereis succinea* gedurende de periode 1990-1999 in het westelijk deel van het Grevelingenmeer



Alle gegevens met betrekking tot het Grevelingenmeer zijn uit de database DONAR aangeleverd in 5 ASCII-bestanden (het zogenaamde *.dia format). Gezien de grote hoeveelheid data - meer dan 140.000 waarnemingen - was het nodig om het inlezen van deze ASCII-bestanden te automatiseren. Bij de databasebeheerder van het DONAR-bestand was geen programma beschikbaar om de data in een werkbaar format om te zetten. Daarom is in de eerste fase van de opdracht een programma geschreven in de Fortran computer taal. Dit programma weet de *.dia-bestanden in te lezen en om te zetten in tabellen die gebruikt kunnen worden in het programma Microsoft Access. Op deze manier kon een relationele database van alle waarnemingen uit het Grevelingenmeer worden gemaakt. Uit de database kunnen gewenste selecties uit de beschikbare data worden genereerd.

In het routine waterkwaliteit monitoringprogramma van Rijkswaterstaat zijn bij benadering zo'n 40-tal parameters opgenomen. Uit deze database is een selectie gemaakt van de voor dit onderzoek relevante parameters. De geselecteerde parameters zijn: zuurstofgehalte, de som van het gehalte aan nitraat en nitriet in het water, de hoeveelheid ortho-fosfaat, het chlorofyl *a*, de temperatuur, saliniteit, het particulier organisch koolstof, de hoeveelheid zwevend stof en de pH.

3.3.2 Bodemsamenstelling

De beschikbare data met betrekking tot de bodemsamenstelling zijn samengevoegd in een Microsoft Excel werkblad en vergeleken op relevante en gezamenlijke parameters. Uiteindelijk zijn de parameters %silt < 16 μm en de phi mediaan gekozen. De phi mediaan is een logaritmische transformatie van de mediaan in μm (Tabel 1) en is gedefinieerd als: $(3 - \log(\text{mediaan}))/\log 2$. Beide parameters komen in alle datasets voor en geven een goede indicatie van de bodemsamenstelling.

Omschrijving	Mediaan in μm	ϕ mediaan
Grof zand	500 – 1000	0.0 – 1.0
Middel grof zand	250 – 500	1.0 – 2.0
Fijn zand	175 – 250	2.0 – 2.5
Zeer fijn zand	125 – 175	2.5 – 3.0
Zavel	75 – 125	3.0 – 3.75
Slib	< 75	> 3.75

Tabel 1. Indeling van de Phi mediaan

3.3.3 Microverontreinigingen

Deze rapportage beperkt zich wat betreft de organische microverontreinigingen tot de mogelijke verontreiniging van het systeem door tributyltin (TBT). Er zijn twee redenen dat er geen uitgebreide aandacht uitgaat naar andere verontreinigingen. De eerste reden is dat er voor de meeste andere verontreinigingen (zwarte metalen en organische verontreinigingen) slechts zeer weinig data voorhanden zijn waardoor het zeer moeilijk is om verbanden te leggen tussen een verontreiniging en mogelijke veranderingen in het macrobenthos. Een tweede reden is dat voor de meest andere verontreinigingen de waarden onder de grenswaarden en meestal ook nog onder de streefwaarden (voor het zoete water) liggen. Bij zulke waarde kan een effect van een dergelijke stof, als deze aangetroffen wordt, niet altijd uitgesloten worden, maar een effect is dan niet aannemelijk (zie o.a. rapport Wattel, 1994).

TBT wordt toegepast als anti-aangroeiwerk voor het onderwatergedeelte van boten. Er zijn effecten van deze stof bekend op de ontwikkeling van benthische organismen (*Hydrobia ulvae* en *Littorina littorea*). Zo kan de stof o.a. imposex veroorzaken. Vanaf 1990 wordt de TBT-concentratie in het oppervlaktewater structureel vijf maal per jaar bemonsterd op 3 locaties in de buurt van de haven bij Scharendijke. Er is een overzicht gemaakt van de beschikbare data van de TBT concentraties in het water en het sediment van het Grevelingenmeer.

3.4 Statistische analyses

3.4.1 Macrobenthos

3.4.1.1 Univariante analyse

In de BIS database staan meer dan 14000 vermeldingen betreffende het macrobenthos in het Grevelingenmeer over de afgelopen tien jaar. De univariate veranderingen worden besproken voor het Grevelingenmeer in haar geheel. Deze keuze is gemaakt om een indruk te krijgen van de veranderingen in het Grevelingenmeer op systeem niveau. Er is gekeken naar veranderingen

van een soort in de tijd, van verschillende taxonomische groepen (phylum, klasse) en naar veranderingen in patronen van voedselopname door het macrobenthos. De volgende typeringen worden aangetroffen in het Grevelingenmeer: predator, herbivoor, omnivoor, suspensie feeders (=filter feeder), deposit en surface deposit feeders. Ook is van een aantal soorten het voedingstype nog niet beschreven, of het is niet eenduidig. Sommige soorten kunnen verschillende voedselopnamepatronen hebben afhankelijk van de situatie. De drie belangrijke phyla Mollusca, Annelida en Arthropoda worden apart besproken. Univariante veranderingen bij de andere phyla worden gezamenlijk in een aparte paragraaf besproken. Voor de Kreeftachtigen (Crustracea) is een analyse gemaakt naar deelgebied en diepte stratum in relatie tot het voorkomen van aantallen geoorde futen in het gebied (Bijlage III). Veranderingen op gemeenschapniveau zijn met behulp van multivariate technieken bestudeerd (o.a. §3.4.1.2, §4.1.4 en §4.1.5). Bij de multivariate analyse komt het onderscheid naar deelgebied en dieptestratum meer in detail aan de orde.

Om een indruk te krijgen van mogelijke veranderingen zijn de gegevens over de dichtheden en biomassa van het macrobenthos van de periode 1991-2000 met elkaar vergeleken. Een verandering in de tijd is getest middels het bepalen van de correlatiecoëfficiënt tussen de aantallen of biomassa van een soort en de factor tijd (in jaar). De waarde van de correlatiecoëfficiënt varieert tussen -1 en 1. Een positieve coëfficiënt duidt op een toename en negatieve waarde op een afname van de betreffende soort of groep in de tijd. De significantie van de coëfficiënt is getest middels een *t*-toets. Er is onderscheid gemaakt tussen significante veranderingen met $p < 0.05$, mogelijk significante veranderingen ($0.05 < p < 0.10$) en niet significant ($p > 0.10$). Vooral nog is uitgegaan van een lineaire toe- of afname in dichtheden of biomassa. Enkele soorten die van belang zijn voor de commercie (kokkel, oester, mossel) zijn nader onderzocht. Voor deze soorten lijkt een niet lineaire relatie een betere beschrijving te geven van de veranderingen die zijn opgetreden. Voor het verdere gebruik van de statistiek wordt verwezen naar handboeken (Sokal en Rohlf 1981; Moore en McCabe 2001).

3.4.1.2 Multivariate analyse

De gegevens over het macrobenthos uit de verschillende campagnes zijn geordend met behulp van een Correspondentie Analyse (CA). Hiertoe wordt een matrix opgesteld van de belangrijkste macrobenthossoorten en de meetwaarden die beschikbaar zijn van de verschillende locaties. De techniek gaat uit van optimum relaties tussen de soorten. Met behulp van een dergelijke matrix kan gezocht worden naar dominante trends in de dataset. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld die soorten aan te wijzen die een locatie (station) karakteriseren ten opzichte van een of meerdere andere locaties (stations). De resultaten worden in een zogenaamd ordinatiediagram weergegeven. Een dergelijk diagram wordt gekarakteriseerd door verschillende onafhankelijke assen. De assen ordenen de variatie die tussen stations optreedt. Men kan de assen interpreteren door de rangschikking van meetgegevens van de stations langs een as te vergelijken met een gemeten variabele (bijvoorbeeld: pH of korrelgrootte) of met een classificatievariabele (bijvoorbeeld wél of géén getijde beweging). Bij een ordening van aanwezige soorten en verschillende stations kent men echter nog niet de variabele of variabelen die voor de verschillen tussen de stations zorgen. Dit komt omdat men de metingen slechts ordent via de soorten en niet via onmiddellijk meetbare variabelen. De zogenaamde assen moeten derhalve geïnterpreteerd worden als 'latente' dimensies waarlangs men de stations ordent. Als die ordening wordt gevolgd, vertonen de soorten een optimumcurve tegenover de latente variabelen. De methode extraheert als het ware de nog niet bekende latente variabelen waarvoor (1) de soorten een maximale spreiding vertonen en (2) die onafhankelijk zijn van elkaar. De eerste as verklaart een groot deel van het voorkomen van de soorten, de tweede as een ander deel van de nog

onverklaarde variantie, en zo verder. Elke volgende as verklaart zo een afnemende hoeveelheid van de variatie. Meestal wordt alleen aan de eerste en de tweede as van de ordening betekenis toegekend. Indien veel van de variatie wordt veroorzaakt door verschillen tussen de stations, dan worden de waarnemingen als het ware uit “elkaar getrokken” op de verschillende assen van het diagram. Indien echter het effect door verschillende variabelen klein is, zullen de waarnemingen van beide stations min of meer over elkaar heen komen te liggen.

Een CA is uiterst gevoelig voor soorten die slechts eenmalig worden gevonden, en in het betreffende monster een hoge dichtheid behalen. Om verstoring van de resultaten door triviale input te voorkomen zijn soorten geselecteerd op basis van een aantal criteria. Als richtlijn zijn de volgende criteria genomen, maar hier kan van afgeweken worden. De soort heeft een **algemeen belang**. Hiervoor gelden min of meer de volgende criteria: de biomassa van een individuele soort bedraagt > 5% van totale biomassa, de dichtheid > 5% van totale dichtheid, of de soort komt in meer dan 75% van de campagnes voor. Heeft een soort een **tijdelijk belang** dan maakt de soort minstens 1 maal meer dan 33.3% van de dichtheid of biomassa van een stratum in een deelgebied uit.

De basisgegevens van iedere soort (aantallen per m²) die gebruikt zijn voor de CA werden logaritmisch getransformeerd. Van deze getransformeerde getallen werden per **deelgebied** (Oost, West) per **stratum** (<2, 2-6, > 6m) en per campagne of **seizoen** (Voorjaar 1990, Najaar 1990, Voorjaar 1991, etc. tot en met Najaar 2000) gemiddelden berekend. De variabelen **deelgebied**, **stratum** en **seizoen** gelden als classificatievariabelen. Op grond van deze gegevens is een ordinatie uitgevoerd. De gewogen gemiddelde waarden van de classificatievariabelen kunnen achteraf geplot worden in de assen van de ordinatie. Dit gebeurt op basis van hun correlatie (achteraf) met de assen die eerst werden bepaald in de analyse. In een volgende stap van de analyse zijn de resultaten onafhankelijk gemaakt van deelgebied, dieptestratum en seizoen. Het is overduidelijk dat deze factoren van belang zijn voor de samenstelling van het benthos. Voor het onderzoek van **trends in de tijd** zijn deze factoren echter ruis. Dit bemoeilijkt het onderscheiden van temporele trends. De temporele trendanalyse is zo uitgevoerd dat ze assen extraheert die gecorreleerd zijn met deze factor en niet gecorreleerd met factoren zoals station, diepte of seizoen. Op die manier krijgen we een duidelijker beeld van de evolutie in de tijd.

De analyses zijn uitgevoerd met het computerprogramma CANOCO 4 (Ter Braak & Smilauer, 1998; Centre for Biometry, Wageningen). De handleiding van het programma verwijst naar alle relevante literatuur over deze data analysemethode.

Samenvattend: in de huidige studie wordt een CA-ordinatie gebruikt om te komen tot een:

- (i) vergelijking van de macrobenthos gegevens van de verschillende locaties,
- (ii) analyse van de waterkwaliteit gegevens,
- (iii) aanduiding van veranderingen in de tijd van het macrobenthos en de waterkwaliteit,
- (iv) koppeling tussen waterkwaliteitgegevens en macrobenthos gegevens.

3.4.2 Vergelijking tussen de omgevingsvariabelen van verschillende meetlocaties

Voor de oostelijke en westelijke gebieden zijn slechts data beschikbaar van de periode 1972 tot 1985 gemeten op verschillende hoogtes in de waterkolom. De Brouwerssluis is eind 1978 in gebruik is genomen. Deze verandering in het waterbeheer heeft geleid tot een duidelijke verandering in het gedrag van verschillende waterkwaliteitsparameters (lees omgevingsvariabelen). Van beide deelgebieden zijn gegevens vergeleken met het centraal gelegen station Dreischor. Voor de periode 1982-1985 zijn van alle drie de locaties gegevens voorhanden. Deze gegevens zijn met elkaar vergeleken alvorens de gegevens van het station Dreischor te gebruiken voor een studie naar mogelijke trends op dit station, alsmede deze gegevens te koppelen aan de veranderingen in het macrobenthos.

3.4.3 Multivariate analyse en analyse van trends bij de omgevingsvariabelen (waterkwaliteit) van het macrobenthos

De gegevens voor de periode 1982-1985 van alle drie de locaties (Oost, West en Dreischor) en trends in de waterkwaliteit voor de periode 1990-2000 op de locatie Dreischor zijn met behulp een principale componenten analyse (PCA) geanalyseerd. Deze techniek gaat uit van lineaire relaties tussen de componenten van de ordinatie. De gegevens per parameter zijn uitgemiddeld tot maandgemiddelde of tot halfjaarlijkse gemiddelde waarden. Op basis van deze gegevens zijn ordeningen uitgevoerd. De halfjaarlijkse gemiddelden zijn berekend uit de gegevens van de periodes voorafgaande aan de bemonstering van het macrobenthos. De maanden november-april zijn gemiddeld tot een voorjaarswaarneming en de mei-oktober gegevens tot een najaarswaarneming. Seizoensvariatie speelt een belangrijke rol. Deze bron van variatie kan uitgefilterd worden door deze factor als co-variabele op te geven. De variatie die overblijft nadat de seizoensvariatie weggehaald is kan mogelijke langjarige trends naar voren halen (zie b.v. §4.1.5). Aan de halfjaarlijkse gegevens zijn overeenkomstige gegevens van de microverontreiniging TBT, polderwaterlozingen en debieten van de sluis in de Brouwersdam toegevoegd. Deze factoren zijn niet in hetzelfde meetprogramma als de waterkwaliteitsvariabelen opgenomen. In de loop van het huidige onderzoek bleken de factoren polderwaterlozingen en debieten van mogelijk belang om verklaringen te vinden voor veranderingen in omgevingsvariabelen en zijn derhalve geïntegreerd in de analyses. Het was niet mogelijk om hierbij de gegevens over de bodemsamenstelling te gebruiken. Dit was vanwege het feit dat deze dataset niet overeenkomt en er niet voldoende gegevens voorhanden zijn.

3.4.4 Verbanden tussen macrobenthos, waterkwaliteitsvariabelen, microverontreiniging en bodemsamenstelling

Koppelingen en correlaties tussen de soortensamenstelling van het macrobenthos en de omgevingsvariabelen zijn onderzocht door een zogenaamde canonische correspondentie analyse (CCA; Ter Braak and Šmilauer 1998). In een dergelijke analyse wordt er een directe relatie gelegd tussen het voorkomen van een soort(en) en verschillende omgevingsvariabelen. Hierbij wordt rekening gehouden met de waarden van de milieuvariabelen zodat de effecten van de variabelen gemeten kunnen worden, dit in tegenstelling tot een CA. Soorten die een relatie met een variabele vertonen zullen zich oriënteren in de richting van deze variabele. Soorten die een sterke correlatie met de omgevingsvariabele vertonen bevinden zich bij de maximale waarde van de omgevingsvariabele. Soorten die geen relatie vertonen zullen zich verder af bevinden van de omgevingsvariabele door zich te oriëntatie in een tegengestelde richting. Op deze manier ontstaat een afnemende rangorde van alle soorten voor de betreffende omgevingsvariabele en

die dus overeen komt met de mate van correlatie tussen soort en omgevingsvariabele. Omdat niet alle soorten op dezelfde wijze reageren zijn, net zoals bij de CA, ordeningen langs verschillende assen mogelijk.

Twee analyses zijn uitgevoerd:

- (i) Macrobenthosgegevens van de periode najaar-1990 tot en met najaar 2000 zijn gekoppeld aan de halfjaarlijkse gemiddelden van verschillende omgevingsvariabelen,
- (ii) Macrobenthosgegevens van het najaar 1999 en 2000 zijn gekoppeld aan de bodemgegevens (phi-mediaan en %silt) die verzameld zijn gedurende deze campagnes.

De benthosbemonstering vindt routinematig alleen in het voorjaar en in het najaar plaats. Derhalve zijn de beschikbare data van de verschillende omgevingsvariabelen gereduceerd tot halfjaarlijkse gemiddelden zoals vermeld in de vorige paragraaf. Aan de gegevens betreffende de omgevingsvariabelen zijn gegevens over de microverontreiniging TBT, polderwaterlozingen en debieten van de sluis bij Brouwersdam toegevoegd. In de CCA kunnen classificatievariabelen **deelgebied** (oost en west), **stratum** (0-2, 2-6 en 6-45 m) en **seizoen** (voorjaar en najaar) evenzo als co-variabele gedefinieerd worden. De variatie die veroorzaakt wordt door deze factoren wordt er zodoende uitgefilterd. Als resultaat blijft die variatie over die b.v. de meerjarige trends in de set gegevens naar voren haalt (zie §3.4.1.2).

3.4.5 Uitbijters

Omdat fout ingevoerde data en / of uitbijters statistische analyses in belangrijke mate kunnen beïnvloeden is iedere dataserie onderzocht op het voorkomen van fout ingevoerde data en / of uitbijters in de reeks. Dit is gedaan door middel van een visuele controle doordat er een grafiek van iedere serie gemaakt is. Schijnbaar onmogelijke data zijn niet meegenomen in de analyses.

4 Resultaten

Achtereenvolgens wordt er gekeken naar de veranderingen bij het macrobenthos (§4.1), de veranderingen in een aantal omgevingsvariabelen (§4.2) en naar koppelingen tussen de veranderingen in het macrobenthos en de omgevingsvariabelen (§ 4.3).

4.1 Macrobenthos

4.1.1 Aantal soorten

Tot op heden zijn er in het kader van het Biomon programma 182 verschillende taxa onderscheiden voor het Grevelingenmeer over de periode 1990-2001. Gemiddeld worden per monster een tiental soorten aangetroffen alhoewel belangrijke afwijkingen van dit gemiddeld getal (stdev = ± 6) kunnen voorkomen. Deze variatie wordt vooral veroorzaakt door “clumping” (klontering van soorten). Dit is een bekend fenomeen. Van de 182 vermelde taxa worden 37 taxa slechts in één jaar vermeld en 39 taxa worden ieder jaar vermeld. De gemiddelde biomassa van het macrobenthos bedraagt 69.0 ± 12.7 g per m^2 en de dichtheid 5144 ± 1560 organismen per m^2 . Bij 36 taxa (= 20% van het totaal aantal taxa) worden significante veranderingen (toe- of afname van het betreffende taxa) gevonden met een overschrijdingskans $p < 0.05$. Dit is beduidend meer dan alleen op grond van toeval (bij benadering: $182 \times 0.05 = 9$ taxa). Wordt een overschrijdingskans gehanteerd van $p < 0.1$ dan is het aantal taxa waar significante veranderingen zijn opgetreden nog hoger, namelijk 71 taxa of 39%.

4.1.2 Ecoprofielen

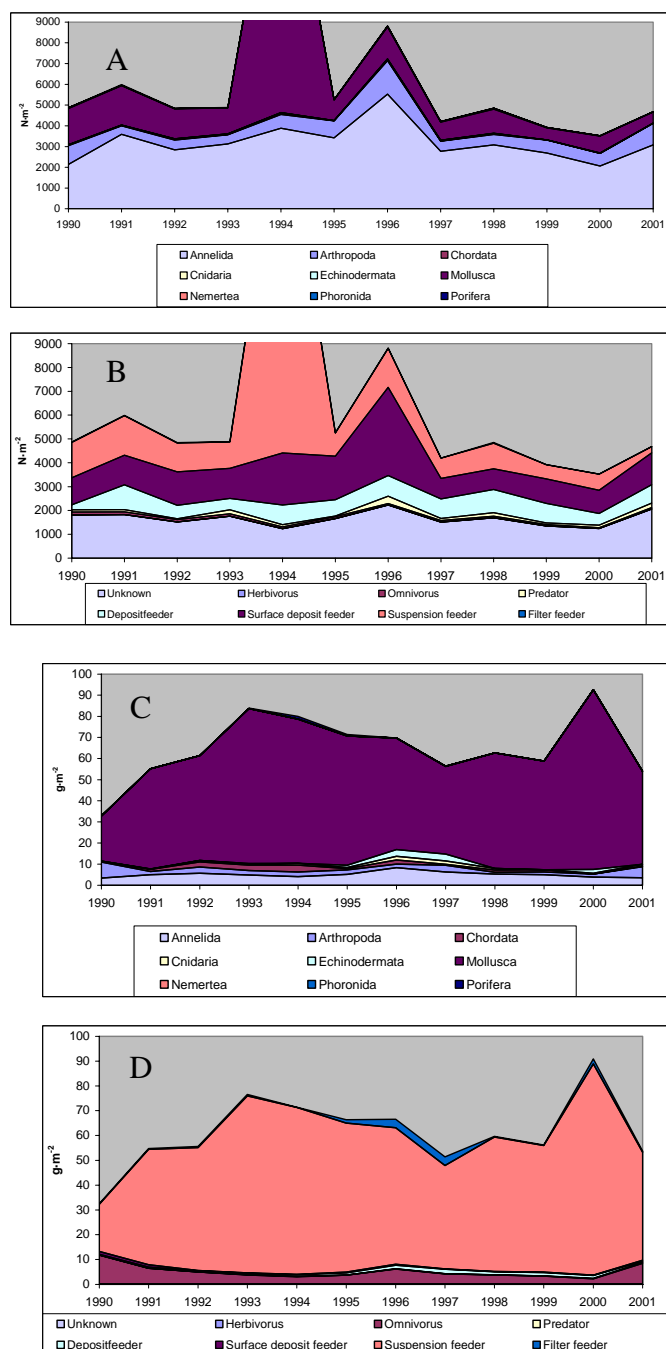
Van een aantal soorten wordt in Bijlage II een zogenaamd Ecoprofiel gepresenteerd. De profielen zijn bedoeld om de veranderingen die bij de verschillende soorten al dan niet optreden, in het kader van veranderingen in hun leefomgeving te plaatsen aan de hand van de beschikbare ecologische gegevens over die soort. Buiten kwalitatieve informatie omtrent voeding, habitatpreferenties, life history en predatoren is het de bedoeling om hier ook kwantitatieve informatie aan toe te voegen die eventueel meegenomen kan worden bij statistische analyses. Van de volgende soorten is een Ecoprofiel in dit rapport opgenomen: *Arenicola marina*, *Carcinus maenas*, *Cerastoderma edule*, *Corbula gibba*, *Corophium insidiosum*, *Crepidula fornicata*, *Heteromastus filiformis*, *Hinia reticulata*, *Hydriobia ulvae*, *Microdeutopus gryllotalpa*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Nereis diversicolor*, *Nereis succinea* en *Ostrea edulis*.

4.1.3 Samenstelling Macrobenthos

In het macrobenthos zijn evertibraten uit negen verschillende phyla terug te vinden. Een overzicht wordt gegeven in Bijlage I en Figuur 5. In dichtheden (aantallen- m^{-2}) vormt het phylum van de Annelida (wormen) met gemiddeld 61.5% de belangrijkste groep van het macrobenthos, gevolgd door de Mollusca (23.0%) en de Arthropoda (14.2%) (Bijlage I, Tabellen 1a-d). De andere phyla zijn in aantallen slechts nauwelijks vertegenwoordigd ($< 0.4\%$). Worden de gegevens betreffende de verschillende phyla in biomassa uitgedrukt dan vormen de Mollusca de grootste groep (83.6%). De Annelida en Arthropoda zijn met respectievelijk 7.8% en 4.1% beduidend minder belangrijk. Alhoewel de Chordata (vooral Tunicata, zakpijpen) in aantallen slechts een bescheiden plaats innemen (0.3%) zijn ze in biomassa iets belangrijker (1.9%).

Worden de gegevens naar aantallen en de wijze van voedselvergaring ingedeeld dan vormen bodemetende organismen (surface deposit feeders en deposit feeders samen) met 50.9%, en de filtrerende organismen (suspension feeders en filterfeeders samen) met 23.8% de belangrijkste vormen. Van een groot aantal organismen (zoals Oligochaeten die in grote dichtheden in sedimenten voorkomen) is de wijze van voedselvergaring nog onbekend. In biomassa uitgedrukt is suspension feeding met meer dan 90% de belangrijkste wijze van voedselvergaring.

Figuur 5. Ontwikkeling van dichtheden ($\text{n}\cdot\text{m}^{-2}$; A en B) en biomassa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$; C en D) van het macrobenthos (jaargemiddelde waarden) in het Grevelingenmeer (periode 1990-2000). A en C: op het niveau van phylum; B en D: op het niveau van wijze van voedselvergaring.



Als er naar de veranderingen in biomassa op het niveau van phyla wordt gekeken dan blijken er op dit organisatieniveau nauwelijks veranderingen te zijn opgetreden gedurende de afgelopen 10 jaar. Als er naar dichtheden gekeken wordt dan is er wel sprake van een significante achteruitgang bij het phylum Porifera (sponsachtigen; Bijlage I). De Echinodermata (stekelhuidigen) blijken significant in aantal te zijn toegenomen. Echter in aantallen maken beide phyla een zeer klein deel uit van het macrobenthos. Wordt er naar het type van voedselvergaring gekeken dan blijken de omnivoren in aantallen significant achteruit te zijn gegaan.

Als er naar de gegevens van de veranderingen in de biomassa wordt gekeken dan is er sprake van een mogelijke achteruitgang bij het phylum van de Chordata. Wordt naar de wijze van voedselvergaring gekeken dan is er sprake van duidelijk achteruitgang bij de herbivoren en de omnivoren, terwijl de deposit feeders significant zijn toegenomen.

4.1.3.1 Phylum Mollusca

Er worden 34 taxa aangetroffen over 4 verschillende Klassen (Bijlage I: Tabellen 2a-c:overzicht Mollusca). Bij 15 taxa blijken significante (lineaire) veranderingen in aantallen te zijn opgetreden in het Grevelingenmeer gedurende de afgelopen tien jaar. Als naar de biomassa gekeken wordt zijn er van de 35 taxa bij 12 taxa veranderingen waar te nemen: bij 9 taxa vindt er een afname plaats. De algehele trend is dat er een afname in aantallen is, terwijl de biomassa op peil blijft (Tabel 2a-c; Figuur 6). Dit laatste komt vooral omdat de biomassa van de belangrijkste soort (i.e. *Crepidula fornicata*, muiltje) op peil blijft.

4.1.3.1.1 Bivalven

Van de 25 Bivalven taxa voor het Grevelingenmeer hebben er veranderingen bij 10 taxa plaatsgevonden. Opvallend zijn de toenames van de korfschelp *Corbula gibba* en de glanzende dunschaal *Abra nitida*. Beiden hebben een “surface deposit feeding” strategie (SDF) als

Figuur 6. Veranderingen in aantallen ($n \cdot m^{-2}$) en biomassa ($g \cdot m^{-2}$) van de Molluscan in het Grevelingenmeer (periode 1990-2000)

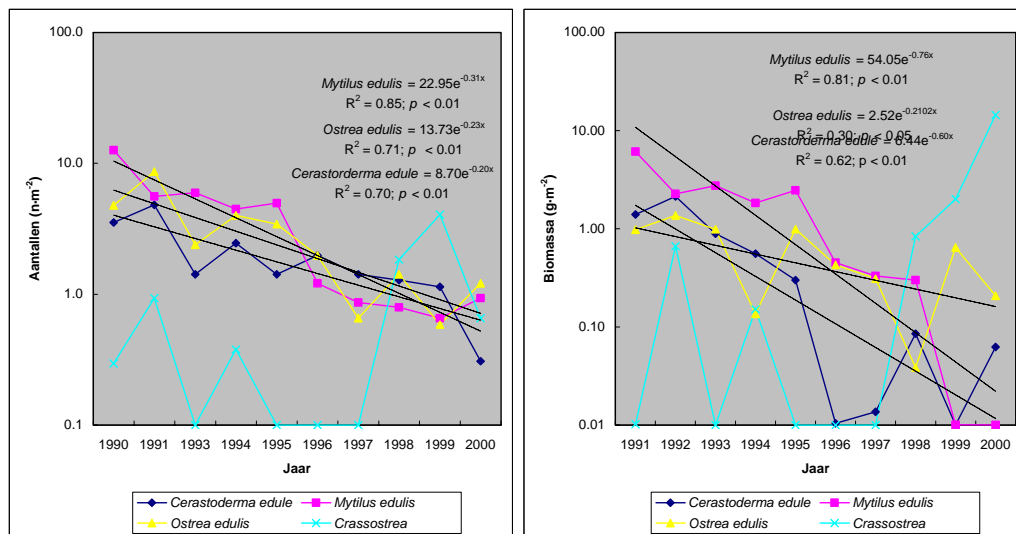


levenswijze. Het zijn vooral soorten met een suspension feeding strategie (SF) als levenswijze die in aantallen achteruit zijn gegaan. Opvallend hierbij is de achteruitgang bij de tweetandsschelp *Mysella bidentata*. Deze soort is zowel in aantallen als in biomassa zeer sterk achteruit gegaan.

4.1.3.1.1 Commerciële Bivalven Soorten

In Figuur 7 wordt een overzicht gegeven van de veranderingen van de drie commercieel belangrijke bivalven soorten: de kokkel (*Cerastoderma edule*), de mossel (*Mytilus edulis*) en de platte oester (*Ostrea edulis*). Ook zijn de beschikbare gegevens van de oester *Crassostrea* (Japanse oester) in beide figuren opgenomen. Zowel in aantallen als in biomassa blijken de commerciële soorten de afgelopen jaren sterk achteruit te zijn gegaan. De achteruitgang lijkt exponentieel te zijn. Alhoewel er nog onvoldoende data beschikbaar zijn voor deze Japanse oester lijkt er een kolonisatie (invasie) plaats te vinden. Hierbij dient vermeld te worden dat de monstermethode voor dit soort grote macrobenthossoorten niet optimaal is zodat er gemakkelijk een vertekend beeld ontstaat. De soort hecht zich mogelijk gemakkelijk op resten (natuurlijke rifstructuren) van *Crepidula fornicata* (muiltje) dat in grote aantallen voorkomt (zie hieronder). Het Grevelingenmeer lijkt voor de commerciële soorten als *natuurlijk leefgebied* dus ongunstiger geworden te zijn.

Figuur 7. Veranderingen in aantallen en biomassa van drie commercieel belangrijke soorten in het Grevelingenmeer (periode 1990-2000).



4.1.3.1.2 Gastropoden

Opvallend is dat van de zeven soorten Gastropa die in het Grevelingenmeer worden aangetroffen er vier soorten significant achteruit zijn gegaan. De meest in het oog springende achteruitgang is die van het wadslakje *Hydrobia ulvae*. Maar ook de alikruik *Littorina littorea* en de gevlochten fuikhoorn *Nassarius reticulatus* zijn in aantallen achteruitgegaan. Deze soorten hebben allen een “surface deposit feeding” strategie (SDF) als levenswijze. Twee mogelijk oorzaken voor deze achteruitgang worden in de loop van dit rapport aangegeven: (i) effect van microverontreinigingen en (ii) veranderingen in het doorzicht gepaard gaande met een achteruitgang van het microphytobenthos.

Het muiltje *Crepidula fornicata* maakt daarentegen ook deel uit van deze taxonomische groep. De hoge aantallen uit 1994 zijn grotendeels te verklaren uit het (late) tijdstip van bemonstering. Er waren veel juveniele exemplaren aanwezig in de monsters. Derhalve zijn deze gegevens niet meegenomen om mogelijke trends te evalueren. Het muiltje is de belangrijkste en dominante macrobenthos soort van het Grevelingenmeer. Het is een soort met een suspensie feeding strategie (SF) als levenswijze. In zowel aantallen en in biomassa is deze soort niet veranderd gedurende de afgelopen tien jaar.

4.1.3.1.3 Veranderingen bij andere Klassen Mollusca

De asgrauwe keverslak *Lepidochitona cinerea* (“surface deposit feeding” strategie als levenswijze; SDF), behorende tot de Klasse van de Polyplacophora, vertoont een significante achteruitgang in dichtheden.

4.1.3.1.4 Veranderingen in de wijze van voedselvergaring bij Mollusca

Wordt naar de wijze van voedselvergaring door de verschillende soorten van dit phylum gekeken (suspension feeder, surface deposit feeder, omnivoor of predator) dan is voor de meeste typen een significante afname in aantallen te constateren per groep (Bijlage I, Tabel 2c). Wordt de biomassa in ogenschouw genomen dan neemt de biomassa alleen van de surface deposit feeders af. Dit wordt veroorzaakt door de afname in de Gastropoden soorten. Mogelijk zijn deze soorten selectieve grazers die te lijden hebben van de achteruitgang van de optimale condities voor microfytobenthos door de vermindering van het doorzicht (zie o.a. §4.2.2) of door een effect van de microverontreiniging TBT (§4.2.4). De toename van de bivalven *Corbula gibba* en *Abra nitida* duidt mogelijk op nicheverschillen binnen de groep van surface deposit feeders. Deze twee soorten lijken meer te profiteren van de depositie van materiaal dan dat deze soorten een rol spelen als b.v. epibenthische grazers.

4.1.3.2 Phylum Annelida

Met 87 taxa vormt het phylum Annelida qua soortenrijkdom het belangrijkste phylum van het macrobenthos (Bijlage I, Tabel 3a-c). Drie verschillende klassen worden aangetroffen: de Polychaeta (borstelwormen), Olichogochaeta (borstelarme ringwormen) en Terrellomorpha (borstelwormen). De Oligochaeta en Terrellomorpha worden alleen tot op klasse niveau gedetermineerd. Van de 87 verschillende vermeldingen worden er een vijftiental slechts in één enkel jaar vermeld. Worden alleen die soorten in beschouwing genomen die over de afgelopen tien jaar in meer dan één enkel jaar zijn aangetroffen (71 vermeldingen), dan zijn er bij tenminste 16 soorten- ofwel 22% - een significante ($p < 0.05$) (lineaire) toe- of afname in de aantallen opgetreden. Soorten die in aantallen zijn achteruit gegaan zijn: de slangpier *Capitella capitata*. Soorten die lijken te zijn verdwenen zijn: *Exogone naidina*, *Nephtys hombergii*, *Nereis virens*, *Cossura* sp. en *Eumida sanguinea*. Een soort die sterk opgekomen is, is *Nereis succinea*. Nieuwe soorten van de afgelopen jaren lijken te zijn: *Dodecaceria concharum*, *Syllis gracilis*, *Bocardiella ligerica*, *Streblospio shrubsolii*, *Neoamphitrite figulus*, *Polycirrus* sp.

Wordt naar de wijze van voedselvergaring van de verschillende soorten gekeken dan zijn er een aantal soorten die een depositie voedende levenswijze hebben in dichtheden sterk opgekomen, terwijl andere soorten achteruit zijn gegaan. Hierdoor ontstaat er geen eenduidig beeld aan de hand van de wijze van voedselvergaring voor dit phylum. Het kan zijn dat enkele meer

selectieve deposit feeding soorten verdwenen zijn die bijvoorbeeld op microfytobenthos grazen. Hierover zijn echter onvoldoende gegevens beschikbaar.

4.1.3.3 Phylum Arthropoda

Er worden 40 verschillende taxa vermeld uit drie verschillende Klassen (Bijlage I, Tabel 4a-c). Van de 40 taxa worden er 15 slechts eenmaal vermeld gedurende de periode van observatie. De belangrijkste Klasse zijn de Crustacea. De Amphipoda is de orde met de meeste en belangrijkste vertegenwoordigers: *Corophium insidiosum* en *Microdeutopus gryllotalpa*. Deze vertegenwoordigers zijn niet significant in dichtheden veranderd. Het milieu lijkt iets gunstiger geworden te zijn voor slijkgarnalen. Een andere *Corophium* soort is zowel in aantallen als in biomassa toegenomen: *Corophium bonnellii*. Deze soort is een surface deposit feeder. Vertegenwoordigers van de klasse Maxillopoda zijn de afgelopen jaren (1998-2000) in de macrobenthos monsters van het Grevelingenmeer aangetroffen en daarvoor niet. Dit zijn suspensiefeeders. De dichtheden zijn laag. Een soort die in biomassa achteruit is gegaan is het buldozerkreeftje *Urothoe poseidonis*.

4.1.3.4 Andere Phyla

De resterende phyla waarvan vertegenwoordigers in het macrobenthos zijn aangetroffen zijn: Chordata, Cnidaria, Echinodermata, Nemertea, Phoronida, Porifera (Bijlage 1, Tabellen 5a-d). De dichtheden zijn laag. Het phylum van de Echinodermata is (significant) in aantallen toegenomen. Chordata en Porifera zijn in aantallen verminderd. De vertegenwoordigers van deze twee phyla hebben in het algemeen een “suspensie feeding” strategie als levenswijze. Derhalve lijkt het Grevelingenmeer een minder geschikte omgeving te zijn geworden voor zakpijpen en sponsachtigen met een filterende levenswijze.

4.1.4 Vergelijking macrobenthos gemeenschappen en deelgebieden

Om een indruk te krijgen van verschillen in structuur van de macrobenthosgemeenschappen zijn de gegevens van het Oostelijke en Westelijke deelgebied middels een Correspondentie Analyse met elkaar vergeleken. De resultaten van de ordinatie worden getoond in Figuren 8-13. In Figuur 8 worden de scores van de individuele macrobenthos opnames gegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen deelgebied (Oost en West), dieptestratum (0-2, 2-6 en > 6 m), seizoen (voorjaars- en najaargegevens) en de factor tijd. De interpretatie van de assen in Figuur 8 wordt vergemakkelijkt door Figuur 9, waarin de zwaartepunten (gewogen gemiddelden) van de verschillende gebieden, strata, seizoenen en de factor tijd op de verschillende assen worden voorgesteld. Ook is aangeduid hoe de factor tijd ofwel lange termijn trend in het plaatje past. Uit Figuur 9 wordt duidelijk dat de factoren deelgebied, dieptestratum, en seizoen van bemonstering alle significant gecorreleerd zijn met de structuur van de macrobenthosgemeenschap. De eerste as van de correspondentieanalyse onderscheidt met name de dieptestrata: het ondiepste stratum in beide gebieden vinden we helemaal rechts op het diagram, het diepste stratum links. De gebieden (oost en west) onderscheiden zich (maar met ruime overlap) langs de tweede as van de ordinatie. Het westelijke gebied komt gemiddeld hoger op de as te liggen dan het oostelijke gebied. Tenslotte is er ook nog invloed van het bemonsteringsseizoen. Langs de tweede as liggen lentemonsters hoger dan herfstmonsters. In Figuur 9 is verder te zien dat de factor tijd of te wel de lange termijn trend significant ($p < 0.05$) correleert met beide assen, maar het sterkst met de tweede as. Binnen stratum, gebied en seizoen hebben de stations de neiging om naar links onder te verschuiven in de loop van de tijd. Die richting wordt aangeduid door de pijl.

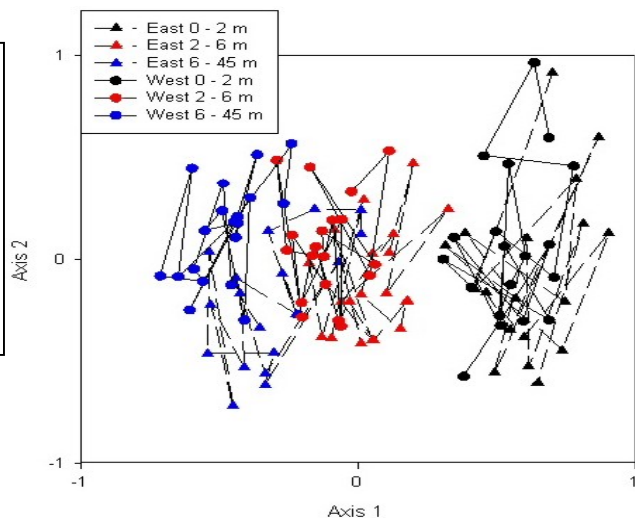
Visueel is het echter moeilijk, in deze analyse, om het effect van een lange termijn trend zuiver te observeren, naast de andere meer voor de hand liggende beïnvloedende factoren (zie §4.1.5). In Figuur 10 worden in dezelfde assen als stations en classificatievariabelen de verschillende macrobenthossoorten geprojecteerd. Rechts in het diagram worden soorten gevonden die beperkt zijn tot de ondiepe strata, links soorten van diepe strata. Boven in het diagram soorten die vooral in het westen voorkomen en vooral in het begin van de bemonsteringsperiode talrijk waren, onder de soorten die vooral in het oosten voorkomen en/of talrijk werden naar het einde van de bemonsteringsperiode toe.

4.1.5 Trends in de tijd

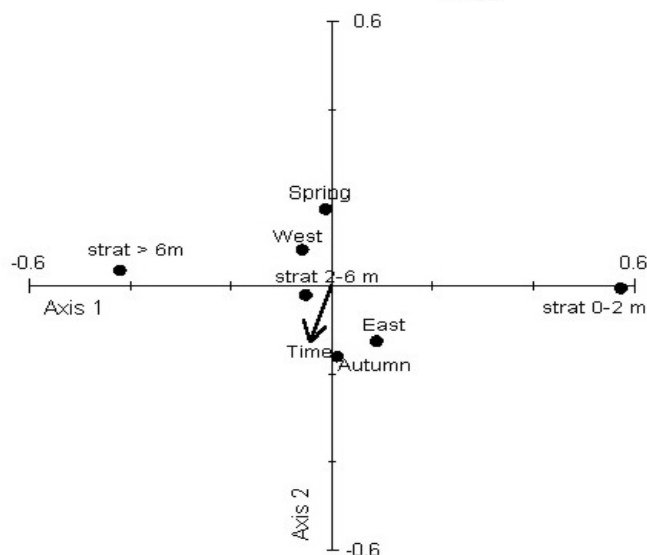
Om de trend in de tijd te onderzoeken zijn de scores van soorten en stations onafhankelijk gemaakt van deelgebied, stratum en seizoen. Hierdoor kan de variatie worden onderzocht die onafhankelijk is van deze factoren. In vergelijking met de stationsscores uit Figuur 8 zien we nu duidelijk dat alle gebieden en strata over elkaar heen vallen (Fig. 11). Bovendien is de evolutie in de tijd van de stationsscores dezelfde voor alle series: beginnend midden rechts, evolueren de lijnen naar boven midden en vandaar naar het centrum van het diagram toe. De trend in de tijd is niet duidelijk te zien in het wat verwarde diagram met alle stations, maar blijkt overduidelijk uit de plots van de stationsscores tegen de tijd (Fig. 12). In deze plots van de scores van assen 1 en 2 hebben we een polynoom toegevoegd dat de evolutie in de tijd goed samenvat.

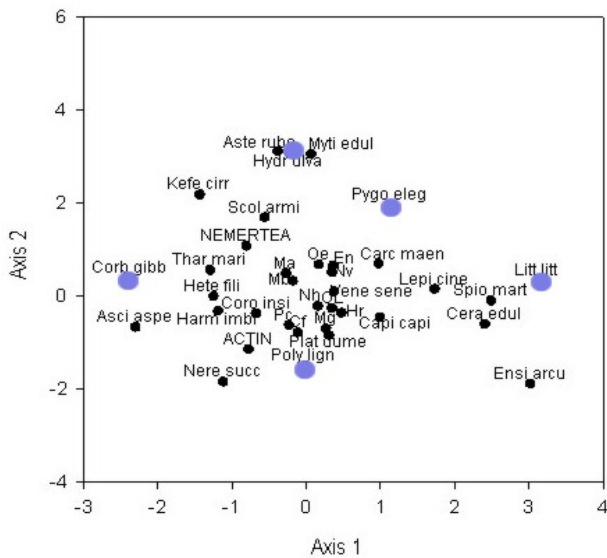
De dominante patronen in de analyse voor de scores van de soorten zijn dus zeer sterk gecorreleerd met de tijd. Er is een duidelijke temporele evolutie van de samenstelling van het macrobenthos van het Grevelingenmeer tijdens de jaren negentig. Om die trend in de tijd te

Figuur 8. Ordinatie van scores van de macrobenthosgegevens van de twee deelgebieden uit het Grevelingenmeer middels een Correspondentie Analyse. Voor de ordinatie zijn als classificatievariabelen gebruikt: deelgebied, diepte en seizoen (voor en najaarsmetingen gedurende de periode 1990-2000). De verschillende metingen van een locatie en dieptestratum zijn chronologisch met elkaar verbonden.

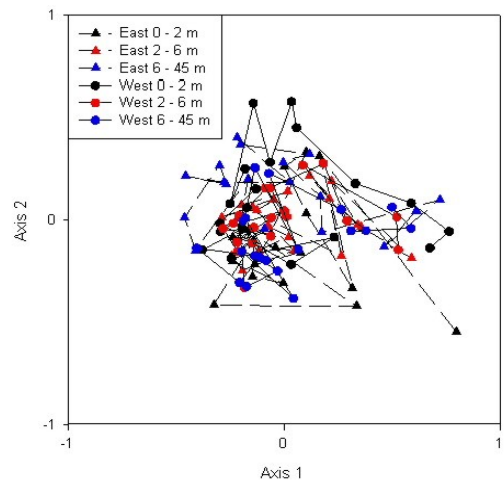


Figuur 9. Zwaartepunten van de classificatievariabelen binnen dezelfde assen als in de vorige figuur.

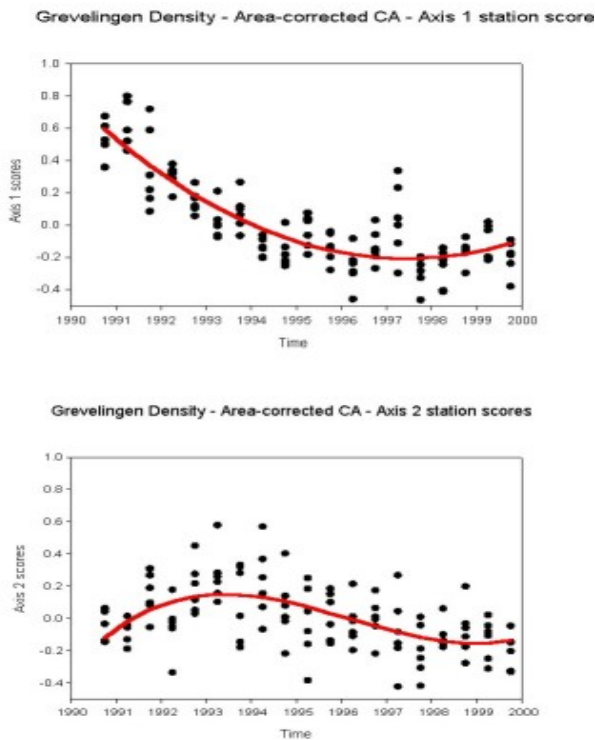




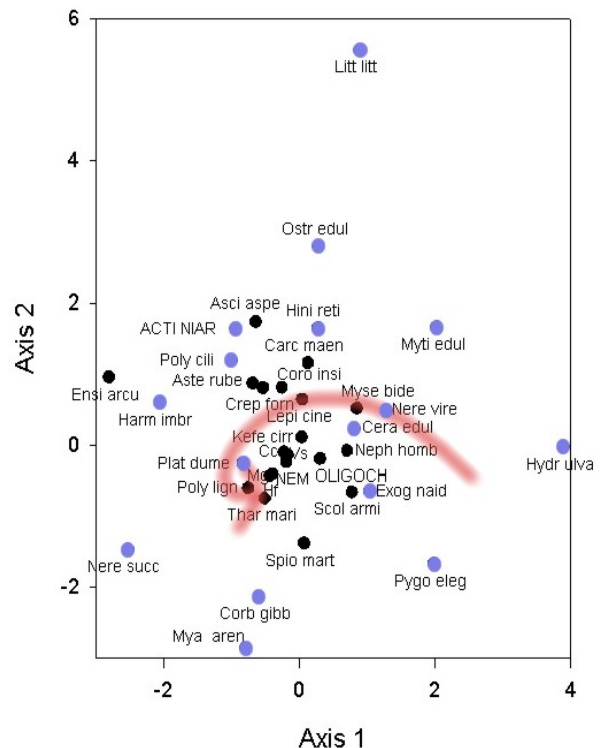
Figuur 10. Ordinatatie en scores van de verschillende macrobenthos soorten binnen dezelfde assen als Fig. 8 en 9.



Figuur 11 Ordinatatie van scores van de macrobenthosgegevens van de twee deelgebieden uit het Grevelingenmeer. Data zijn onafhankelijk gemaakt voor deelgebied, diepte en seizoen. De verschillende metingen van een deelgebied en dieptestratum zijn chronologisch met elkaar verbonden.



Figuur 12. Temporele trends in de stationscores lang de eerste en tweede as van de CA uit Fig. 8.



Figuur 13. Ordinatatie van scores van de soorten uit de twee deelgebieden uit het Grevelingenmeer. Data zijn onafhankelijk gemaakt voor deelgebied, diepte en seizoen. De pijl geeft de evolutie van de gemeenschap in de tijd aan. Zie voor verdere verklaring de tekst.

interpreteren bekijken we de scores van de soorten (Fig. 13). Immers, soorten en stations worden op dezelfde assen afgebeeld, en men kan uit de positie van de soorten dus aflezen welke evoluties het macrobenthos heeft ondergaan. De pijl in deze figuur geeft de vorm aan van de evolutie van stationsscores in de tijd en is voor de zichtbaarheid niet in dezelfde schaal getekend. De pijl volgende krijgt men de soorten (te beginnen bij het wadslakje *Hydrobia ulvae*) waarvan de dichtheid in de loop van de jaren negentig sterk is afgenomen, en eindigt men bij soorten waarvan de dichtheid is toegenomen. Directe oorzaken voor deze veranderingen zijn middels deze analyse vooralsnog niet aan te wijzen. Hiertoe dient een relatie met omgevingsvariabelen te worden gelegd

4.1.6 Samenvatting macrobenthos veranderingen

Samenvattend:

- Het algehele beeld dat voor het Grevelingenmeer bestond (Wattel, 1995) op het niveau van de totale biomassa of totale aantallen van alle taxa samen lijkt hetzelfde te zijn gebleven.
- Wanneer de data meer in detail geanalyseerd worden blijkt er toch meer te zijn veranderd. Op phylum niveau zijn er significante veranderingen geconstateerd bij de Chordata en de Echinodermata. Ook binnen de phyla blijken er aanzienlijke verschuivingen in soortensamenstelling te hebben plaatsgevonden. Dit geldt zowel voor de Mollusca als de Annelida. Met name binnen het phylum Annelida, klasse Oligochaeten lijken er een aantal soorten te zijn verdwenen maar ook een aantal soorten voor in de plaats te zijn gekomen.
- Er bestaan structuurverschillen tussen de macrobenthos gemeenschappen in de twee deelgebieden en tussen de dieptestrata,
- Er is een seizoensdynamiek aanwezig,
- Er is een temporele trend.

Het Grevelingenmeer lijkt iets ongeschikter te zijn geworden voor filtrerende organismen en geschikter voor “deposit feeding” organismen.

4.2 Analyse van omgevingsvariabelen

In deze sectie worden de veranderingen en trends in omgevingsfactoren besproken. Onderscheid wordt gemaakt tussen veranderingen in de waterfase, bodem en verontreinigingen die een mogelijk effect kunnen hebben op de samenstelling van het macrobenthos. In §4.3 worden relaties gelegd tussen deze variabelen en veranderingen in het macrobenthos. Aan het eind van iedere paragraaf worden de belangrijkste kort samengevat.

4.2.1 Vergelijking omgevingsvariabelen in de waterfase van verschillende locaties

Vergelijk van de beschikbare datasets bracht naar voren dat er van de Oostelijk en Westelijk deelgebieden over de periode 1990-2000 weinig overeenkomstige waterkwaliteitsgegevens voorhanden zijn. Er is wel een consistente serie gegevens van het centraal in het Grevelingenmeer gelegen station Dreischor waar de waterkwaliteit vanaf 1982 gemeten wordt. Van het Oostelijke en Westelijke gebied zijn van verschillende meetstations waterkwaliteitsgegevens beschikbaar van de periode 1972-1985. De periode waarvoor gezamenlijke data tussen de deelgebieden en station Dreischor beschikbaar zijn is veel korter (1982-1985). Om inzicht te krijgen in de verschillen tussen de deelgebieden en station Dreischor is een vergelijk gemaakt tussen de waterkwaliteitsgegevens van de verschillende locaties. De

veranderingen in de volgende omgevingsvariabelen zijn bestudeerd: temperatuur (T), saliniteit, zwevende stof, fosfaat, de som van nitraat-nitriet, ammonium, silicaat, chlorofyl a, POC, DOC, zuurstof, pH en doorzicht. In Tabel 2 staan de lange termijn gemiddelden van deze variabelen voor de eerder genoemde drie gebieden over de periode 1982-1985, m.u.v. zwevende stof waar geen complete set metingen voor beschikbaar is.

Tabel 2. Overzicht van de lange termijn gemiddelden van verschillende omgevingvariabelen in deelgebieden Oost (Bocht St Jacob) en West (Ouddorp) en station Dreischor over de periode 1982-1985. Voor iedere variabele is het verschil berekend als het maximale verschil tussen de drie stationsgemiddelde waarden ten opzichte van het gemiddelde van alle drie de stations tezamen.

Parameter	Bocht St Jacob (Oost)			Dreischor			Ouddorp Diepe Put (West)			Verschil
	Gem	Stdev	(n)	Gem	Stdev	(n)	Gem	Stdev	(n)	
Chla ($\mu\text{g/l}$)	3.83	3.86	51	4.25	3.85	53	4.82	5.10	51	23.0%
DOC (mg/l)	3.39	1.15	47	3.88	0.95	53	3.12	0.61	47	21.9%
NH ₄ (mg/l)	0.08	0.06	51	0.06	0.05	48	0.07	0.05	51	25.3%
O ₂ (mg/l)	9.87	3.01	50	9.52	2.57	42	9.90	2.77	49	3.9%
PH	8.35	0.25	46	8.29	0.28	46	8.33	0.25	46	0.7%
PO ₄ (mg/l)	0.20	0.11	51	0.20	0.11	47	0.20	0.11	51	1.2%
POC (mg/l)	0.48	0.42	49	0.58	0.53	45	0.49	0.35	48	20.4%
s-NO ₃ NO ₂ (mg/l)	0.16	0.19	51	0.16	0.19	48	0.15	0.18	51	4.7%
SAL (‰)	28.81	0.87	45	28.91	0.97	44	28.86	0.87	45	0.4%
SiO ₂ (mg/l)	0.51	0.32	51	0.46	0.32	48	0.48	0.34	51	11.3%
T (°C)	11.44	6.27	50	12.08	6.44	79	11.23	6.27	50	7.4%
ZICHT (dm)	44.36	14.46	47	45.12	15.12	49	42.55	14.94	47	5.8%

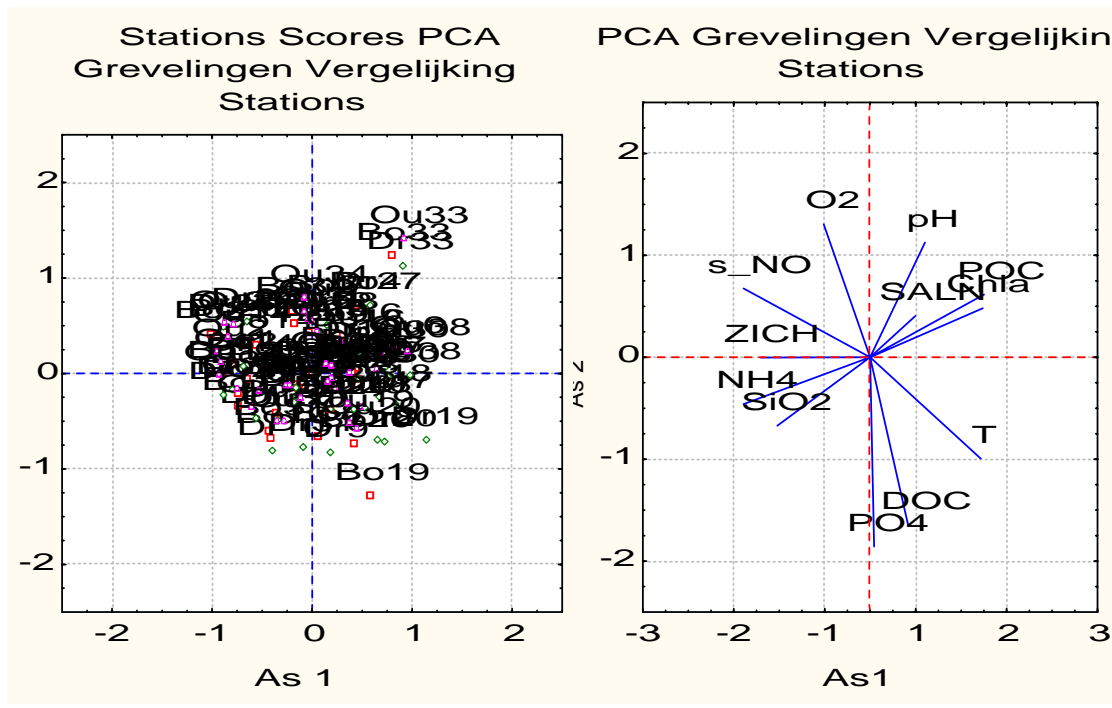
De verschillen tussen beide stations en station Dreischor met betrekking tot de onderzochte omgevingsvariabelen zijn relatief klein. Voor een aantal variabelen zijn de verschillen niet groter dan 5%. Voor chlorofyl *a*, POC, ammonium en DOC zijn de verschillen tussen de deelgebieden groter. Bij benadering zijn de verschillen ongeveer 25%, en worden ze gekenmerkt door een grote spreiding. Deze spreiding wordt grotendeels veroorzaakt door seizoensvariatie in de gegevens.

Buiten een vergelijk van de lange termijn gemiddelde waarden zijn de verschillende data sets vergeleken met behulp van een factor analyse over de periode 1982-1985. De rangschikking van de scores van de drie stations en verschillende tijdstippen langs de eerste twee assen van de ordinatie wordt weergegeven in Figuur 14, linker gedeelte. In deze warboel van stations zijn de scores van de drie stations van hetzelfde tijdstip in het algemeen met elkaar geclusterd. De onderlinge relaties tussen de omgevingsvariabelen die aan de basis staan van deze ordening worden gegeven in Figuur 14, rechter gedeelte. De ordinatie laat een rangschikking van de data (stations) naar seizoensinvloeden zien (dit wordt hier niet verder uitgewerkt; in de volgende paragraaf wordt een vergelijkbare situatie besproken). Wordt de ordening van de stations langs de verschillende assen middels onderlinge correlaties met elkaar vergeleken, waardoor o.a. een indruk wordt verkregen van de temporele veranderingen, dan worden er significante correlaties gevonden (R^2 van 0.71-0.91 met $p < 0.01$). Dit betekent dat de veranderingen zowel veroorzaakt door seizoensvariatie, verstoringen, alsmede temporele trends in belangrijke mate vergelijkbaar zijn voor de drie stations.

Concluderend: er worden relatief kleine verschillen tussen de deelgebieden gevonden voor de onderzochte omgevingsvariabelen. De gegevens van station Dreischor kunnen gebruikt worden als indicatie van de wijze waarop de omgevingsvariabelen variëren in de twee deelgebieden en

lijken representatief te zijn voor de veranderingen op systeem niveau. Derhalve is het verantwoord om de relatie te onderzoeken tussen de veranderingen in het macrobenthos in beide deelgebieden en de dominante trends in omgevingsvariabelen die optreden op het station Dreischor gedurende de periode 1990-2000. Desalniettemin is het wenselijk dat er bij het opstellen van monitoring programma's zoveel mogelijk directe koppelingen tussen verschillende onderdelen gemaakt worden: dit vereenvoudigt het leggen van causale relaties.

Figuur 14. PCA-analyse van de omgevingsfactoren van de periode (1982-1985) voor de locatie Ouddorp Oude Put en Bocht St Jacob uit de twee deelgebieden en station Dreischor. Linker figuur: ordinatie van de verschillende monsters van de drie stations. Rechter figuur: onderlinge relaties tussen de verschillende geteste omgevingsvariabelen.



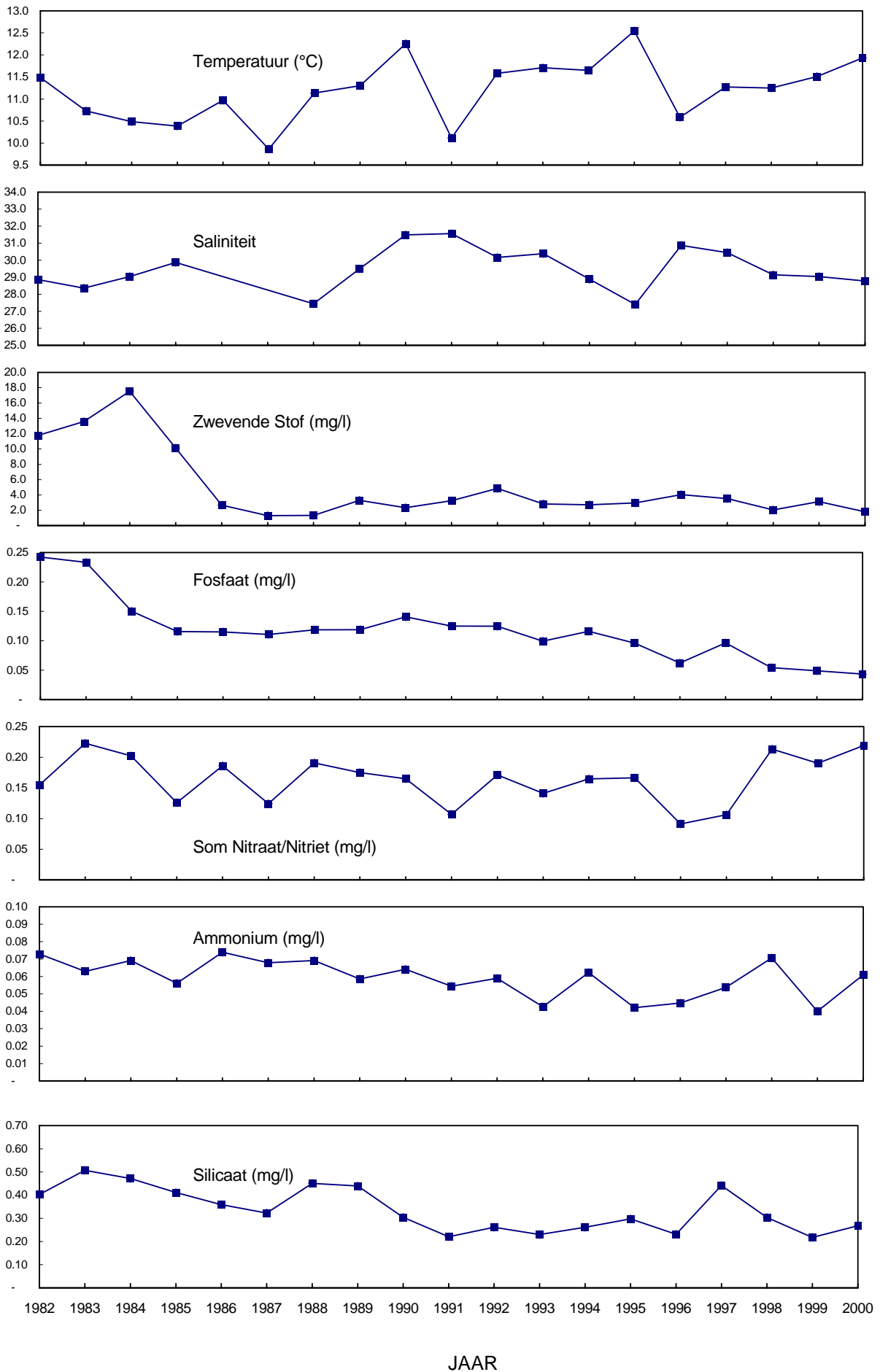
4.2.2 Dominante trends in de omgevingsvariabelen op station Dreischor

Overzichten van jaargemiddelde trends in de omgevingsvariabelen op station Dreischor worden gegeven in Figuur 15. In Tabel 3 wordt aan de hand van onderlinge correlatiecoëfficiënten en de toetsingsgrootte t getest in hoeverre er sprake is van (lineaire) toe (+) of afnamen (-) in de tijd bij de verschillende variabelen en of er sprake is van significante relaties onderling.

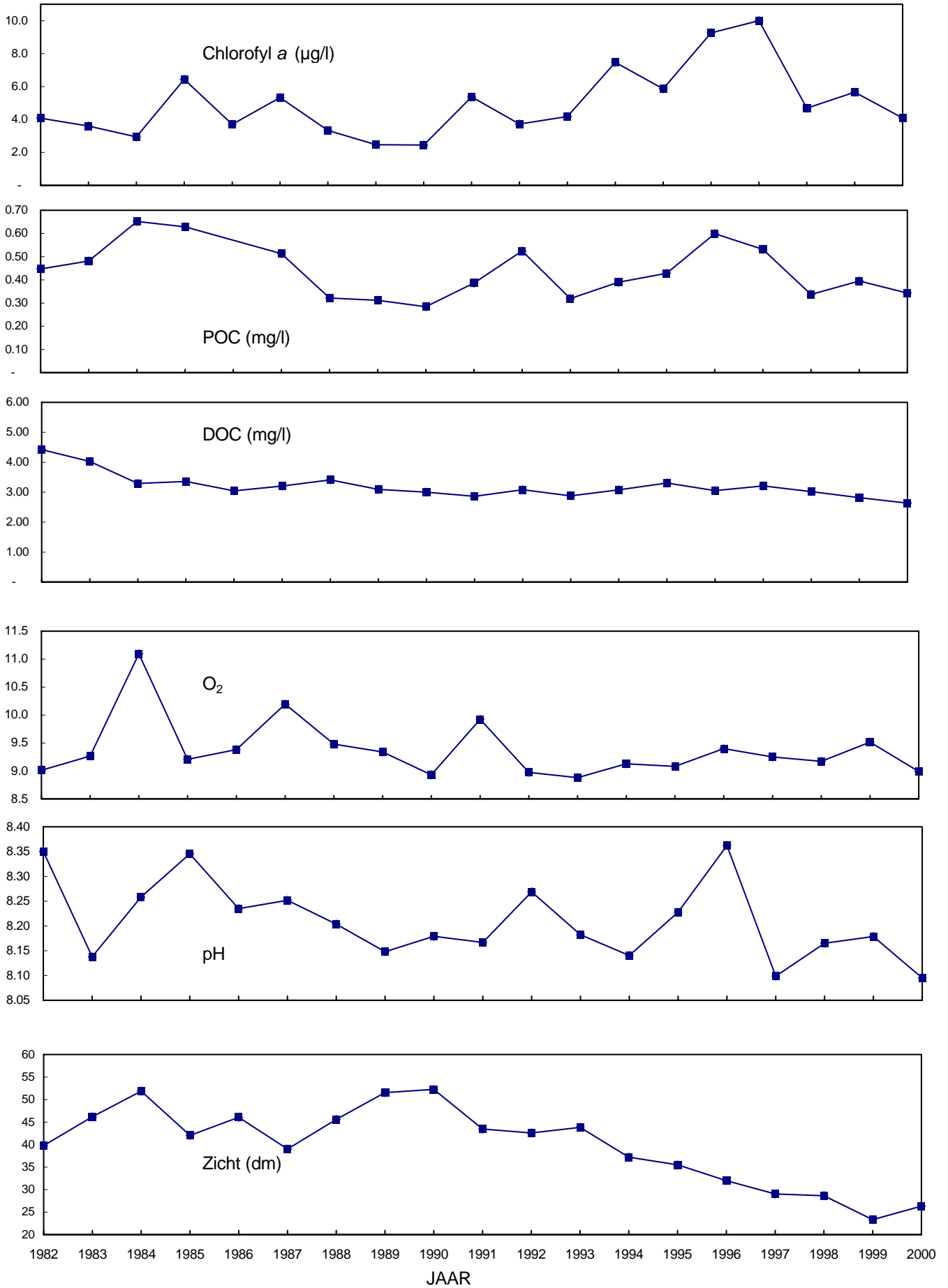
De meeste omgevingsvariabelen vertonen ook een sterke seizoensvariatie. Door naar jaargemiddelde waarden te kijken wordt de aandacht gefocussed op de lange termijn veranderingen. Aangezien de variatie bij het macrobenthos slechts op grond van halfjaarlijkse metingen wordt bestudeerd, worden alleen de lange termijn maandgemiddelde van de som nitraat-nitriet en van fosfaat gegeven als voorbeeld van de sterke seizoensfluctuaties (Figuur 16).

Van de verschillende nutriënten voor het fytoplankton (ammonium, som nitraat-nitriet, silicaat en fosfaat) lijkt de som nitraat-nitriet de groeibeperkende factor te zijn gedurende de periode mei-september in de onderzochte periode (1987-2000), aangezien beide stoffen gedurende deze

Figuur 15. Jaargemiddelde trends verschillende omgevingsvariabelen in het Grevelingenmeer (periode 1982-2000). Let op: de verschillende Y-assen zijn niet gelijk.



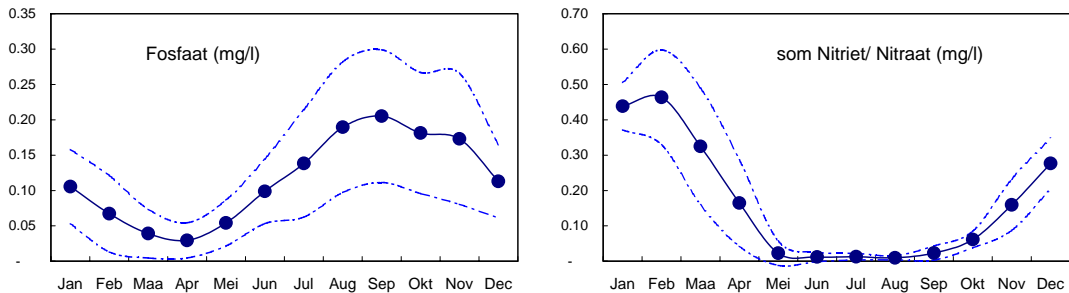
Figuur 15. vervolg



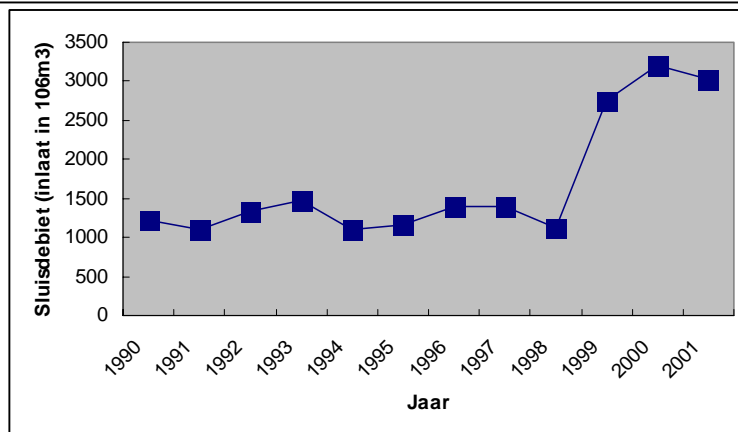
Tabel 3. Correlatiematrix omgevingsvariabelen Grevelingen periode 1988-2000. Correlatie coefficient r. – duidt op een afname, + op een toename. Vetgedrukte waarden $p < 0.05$. Onderstreepte waarden $0.05 < p < 0.10$.

	Jaar	Zicht	DOC	SiO ₂	NH ₄	s_NO ₂ -NO ₃	PO ₄	POC	ZS	Chla	O ₂	pH	Sal	T
Jaar	1.00													
Zicht	-0.81	1.00							x	p < 0.05				
DOC	<u>-0.47</u>	0.25	1.00											
SiO ₂	-0.41	0.22	0.66	1.00					<u>x</u>	0.05 < p < 0.10				
NH ₄	<u>-0.50</u>	0.28	0.21	<u>0.47</u>	1.00									
s_NO ₂ -NO ₃	0.14	-0.08	-0.18	0.12	0.38	1.00								
PO ₄	-0.85	0.84	<u>0.46</u>	0.36	0.33	-0.25	1.00							
POC	0.13	-0.42	0.23	-0.12	-0.26	-0.63	-0.14	1.00						
ZS	0.20	-0.05	-0.07	-0.27	<u>-0.51</u>	-0.39	0.07	<u>0.51</u>	1.00					
Chla	<u>0.47</u>	-0.64	0.11	-0.13	-0.41	-0.62	-0.38	0.73	0.33	1.00				
O ₂	-0.37	0.00	0.18	0.07	0.14	-0.40	0.11	0.29	-0.26	0.14	1.00			
pH	-0.30	0.14	0.29	-0.25	-0.13	-0.35	0.09	0.58	0.31	0.11	0.22	1.00		
Sal	-0.14	0.27	-0.39	-0.31	-0.10	-0.63	0.29	0.21	<u>0.47</u>	0.12	0.10	0.12	1.00	
T	0.37	-0.02	-0.08	-0.04	-0.25	<u>0.51</u>	-0.10	-0.41	0.08	-0.22	-0.86	-0.32	-0.41	1.00

Figuur 16. Lange termijn maandgemiddelde waarden voor fosfaat en de som nitraat-nitriet op station Dreischor (periode 1982-2000). Gestippelde lijn geeft de standaard deviatie weer.



Figuur 17. Overzicht van de jaargemiddelde hoeveelheid zeewater die het Grevelingenmeer wordt binnen gelaten via de sluis in de Brouwersdam. Min of meer dezelfde hoeveelheid wordt er ook weer uitgelaten. Sinds 1999 wordt er een ander regime toegepast waardoor er sprake is van een trendbreuk. Tot 1999 sluizen tijdens het zomerhalfjaar gesloten. Na 1999 ook open tijdens de zomer.



periode nauwelijks te detecteren zijn. Ondanks sterke seizoensfluctuaties voor ammonium, silicaat en fosfaat worden de concentraties van deze stoffen gedurende het groeiseizoen niet nul.

Uit het overzicht blijkt dat er significante veranderingen in Grevelingen zijn geweest bij fosfaat en doorzicht. Beide variabelen zijn afgenomen in de tijd. Met name de afname in het doorzicht is opvallend en spectaculair. Het Grevelingenmeer staat bekend om zijn helderheid: de trend die plaatsvindt duidt op een afname van het doorzicht van 50 naar 25 dm oftewel 50%. Dit betekent dat in de diepere waterlagen de lichtcondities beduidend zijn achteruitgegaan. Ook de jaargemiddelde fosfaat concentratie is afgenomen van 0.13 mg/l in het begin van de jaren negentig naar minder dan 0.04 mg/l op dit moment. Zet deze afname door dan is het aannemelijk te veronderstellen dat fosfaat in het begin van het groeiseizoen (periode maart-april) gedurende een korte periode reeds groeibeperkend is geworden ($R^2 = 0.58$, $p < 0.05$). Het is waarschijnlijk dat dit een effect op de algensamenstelling heeft.

Er lijkt geen reden te zijn om aan te nemen dat er voor de correlatie tussen fosfaat en doorzicht een oorzakelijk verband bestaat: het is niet bekend dat een afname van de concentratie van deze stof leidt tot b.v. een toename in de absorptie-eigenschappen van water. De afname in fosfaat lijkt een gevolg van maatregelen om het gebruik en toepassing van deze stof te beperken.

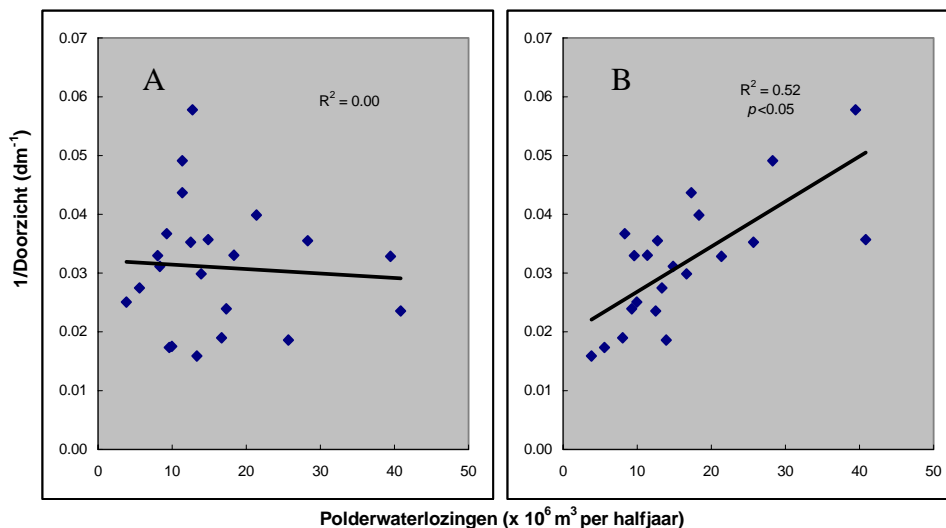
Mogelijke trends met een $0.05 < p < 0.1$ worden waargenomen bij DOC (-), ammonium (-) en chlorofyl a (+). Er is sprake van een toename in het chlorofyl a gedurende de 90-er jaren. Echter na 1997 is er sprake van een trendsbreuk. Vanaf 1999 kan deze trendsbreuk mogelijk te maken hebben met de verandering in het spuiregime bij Brouwerssluis (Fig. 17). Echter om een dergelijke relatie te leggen zijn er nog onvoldoende metingen beschikbaar. Voor 1997 en 1998 is de situatie nog onduidelijk.

Voor de andere variabelen is er alleen op basis van jaargemiddelde waarden een onregelmatig patroon waar te nemen. Wel zijn er interacties tussen verschillende variabelen. De belangrijkste interacties worden hier besproken:

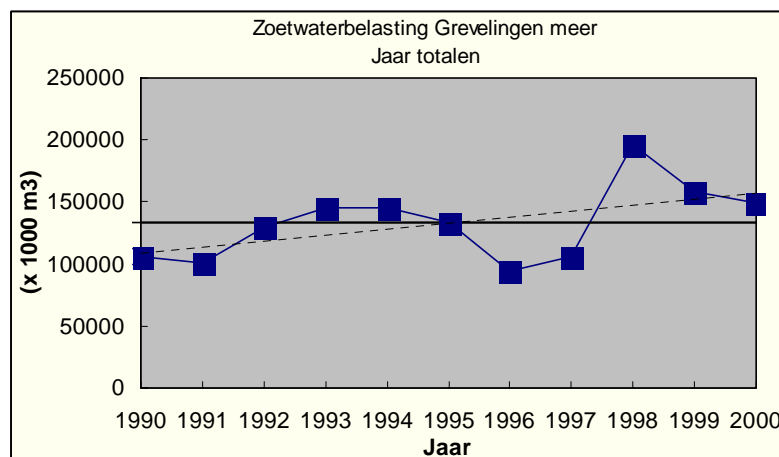
- Tussen de hoeveelheid chlorofyl a, het POC, som nitraat-nitriet en de saliniteit worden significante correlaties aangetroffen. Er is een direct verband tussen hoeveelheid chlorofyl en de som nitraat-nitriet. In de jaren dat het chlorofyl laag is, is de som nitraat-nitriet hoog en omgekeerd geldt deze relatie ook. Dit zou er op kunnen duiden dat in jaren met meer algen, het nitraat-nitriet meer wordt uitgeput. Er bestaat verder een negatieve correlatie tussen saliniteit en som nitraat-nitriet. Deze relatie suggereert dat de bron van dit nutriënt mogelijk vanuit de omgeving in het meer terechtkomt. Enerzijds zou dit mogelijk als component van het grondwater en andere diffuse bronnen kunnen zijn, anderzijds mogelijk door polderwaterlozingen op het systeem.
- De afname in het doorzicht blijkt slechts ten dele te kunnen worden verklaard uit de huidige set gegevens: zo lijken de veranderingen in het chlorofyl a slechts ten dele deze afname te kunnen verklaren ($r = -0.064$; $p < 0.05$). Andere onderzochte variabelen die het doorzicht mogelijk kunnen beïnvloeden lijken slecht te correleren en derhalve geen goede verklaring te geven: zo lijkt er geen verband te zijn met zwevende stof, POC, DOC ($p = n.s.$). Derhalve is gezocht naar een alternatieve verklaring. Een hypothese is dat een verandering in de kleur van het water deels de oorzaak van de verandering in het doorzicht kan zijn. De mathematische relatie tussen de afname in doorzicht en een belasting door een absorberende stof is reciprook (P. Herman, pers com). Als een dergelijke stof het Grevelingenmeer bereikt via diffuse uitspoeling of lozingen uit de

omgeving, dan zou er een relatie kunnen bestaan tussen de belasting van het meer door factoren zoals b.v. lozingen en de veranderingen in het doorzicht. Deze hypothese is getest aan de hand van de polderwaterlozingen. Het resultaat wordt gegeven in Figuur 18. Er wordt géén relatie gevonden als de lozingen en het doorzicht gedurende dezelfde periode direct met elkaar in verband worden gebracht (Fig. 18A). Wel wordt er een relatie gevonden tussen het doorzicht en de hoeveelheid polderwater indien de waarde van de hoeveelheid geloosd water in de halfjaarlijkse periode daarvoor genomen wordt (Fig. 18B). Dit duidt mogelijk op een vertragend effect. Deze bevinding vormt een argument om de belasting van het Grevelingenmeer door nog andere externe oorzaken nader te onderzoeken. Zo zou uitspoeling via het grondwater een rol kunnen spelen en zou er een relatie kunnen bestaan met de hoeveelheid regenwater die de afgelopen 10 jaar is gevallen. Deze hoeveelheid is toegenomen (Figuur 19). Dit is echter in deze fase van het onderzoek nog niet verder onderzocht.

Figuur 19. Effect van polderwaterlozingen in relatie tot het doorzicht (reciproque waarden) in het Grevelingenmeer periode 1990-2000 op grond van halfjaarlijkse gemiddelden. A: relatie tussen lozing en doorzicht. B: in relatie tot de halfjaarlijkse periode die aan de doorzichtmetingen vooraf is gegaan.



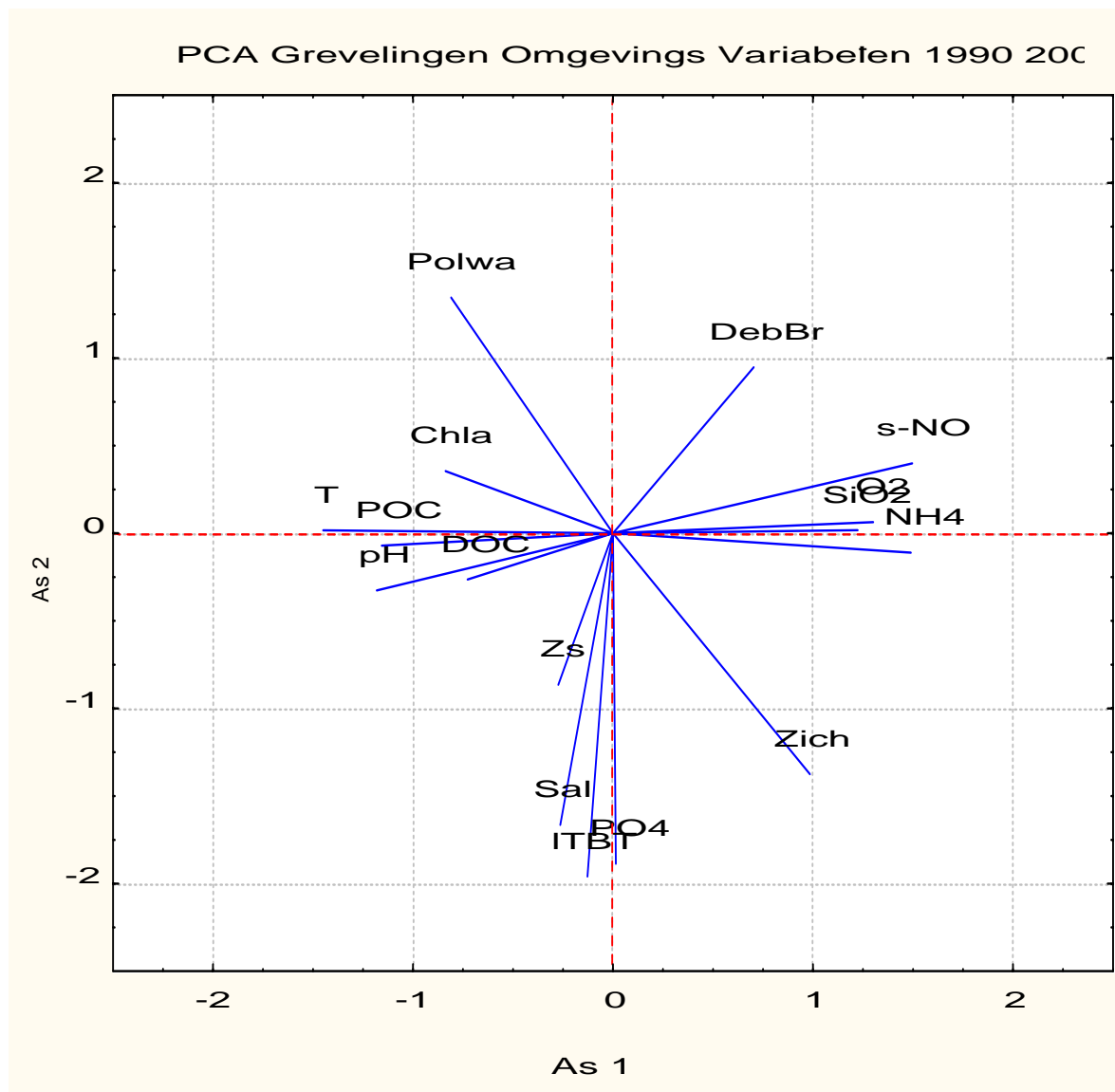
Figuur 18. Zoetwater belasting van het Grevelingenmeer (neerslag en polderwaterlozingen) in de periode 1990-2000. De gestippelde lijn geeft de lineaire trend gedurende de afgelopen tien jaar weer.



- De correlatie tussen temperatuur en zuurstof is algemeen bekend: bij een hogere temperatuur bevat water minder zuurstof en omgekeerd.

PCA analyses ondersteunen in grote lijnen deze verschillende bevindingen. In Figuur 20 worden de resultaten gepresenteerd van een dergelijke analyse op basis van halfjaarlijkse gemiddelden. Buiten de eerder genoemde omgevingsvariabelen zijn aan deze analyse de gegevens omtrent polderwaterlozingen in de halfjaarlijkse periode voorafgaand aan de metingen en het spuiregime bij Brouwerssluis toegevoegd, alsmede de veranderingen in de microverontreiniging TBT. De belasting van het Grevelingenmeer door deze stof wordt apart behandeld in §4.2.4.

Figuur 20. PCA ordinatie van halfjaargemiddelde waarden van een aantal omgevingsvariabelen van het macrobenthos in het Grevelingenmeer (periode 1990-2000). Polwa: polderwaterlozingen (voorafgaande periode). DebBr: debiet Brouwerssluis. LTBT: log[TBT]. Zie voor andere omgevingsvariabelen de uitleg in de tekst. As 1 en 2 verklaren respectievelijk 39.9 en 21.3 % van de aanwezige variatie.

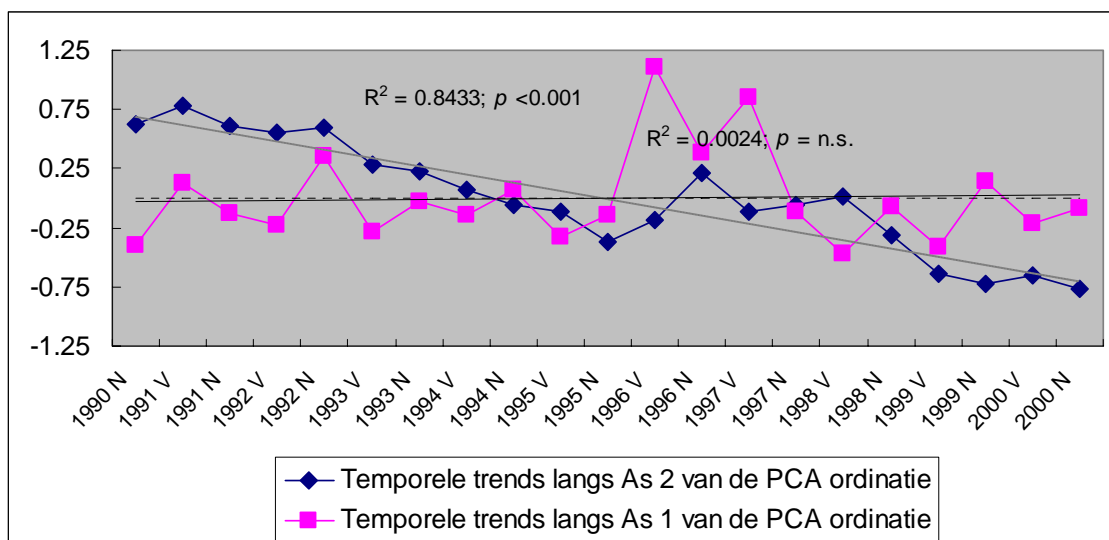


De verschillende variabelen worden geordend langs de twee assen die een bepaald gedeelte van de variatie verklaren al naar gelang de onderlinge relaties. Bestaat er geen relatie dan worden de variabelen langs de tegenovergestelde as geordend (tussen de verschillende assen bestaan geen

onderlinge correlaties). Uit de figuur blijkt dat de verschillende nutriënten (som nitraat-nitriet, ammonium en silicaat) negatief zijn gecorreleerd met de hoeveelheid chlorofyl a en POC. Dit kan verklaard worden door seizoensvariatie: gedurende het winterseizoen zijn de nutriënten concentraties hoog terwijl de chlorofyl a en POC concentraties laag zijn. Gedurende het groeiseizoen zijn deze relaties precies omgekeerd. Zoals te verwachten was vallen deze variaties samen met de seizoensafhankelijke temperatuur veranderingen. Ook wordt de tegengestelde relatie van de temperatuur met hoeveelheid zuurstof in het water verduidelijkt. Van de nutriënten is het fosfaat geordend langs de tweede as. Dit kan verklaard worden door de afname in de concentratie van dit nutriënt. Deze afname is onafhankelijk van de seizoensvariatie en niet gekoppeld is aan de hoeveelheid chlorofyl a daar het nog geen limiterende substraat voor de ontwikkeling van phytoplankton is. De fosfaatafname en afname in de concentratie van het TBT vallen samen langs deze tweede as in de ordinatie. Ook is er een lichte daling in het zoutgehalte. Een toename van het spuiregime leidt logischer wijs tot een stijging van het zoutgehalte. Opvallend is de ordinatie van het doorzicht en polderwaterlozingen. Deze worden langs dezelfde denkbeeldige lijn in tegengestelde richting geordend: een lage belasting van het meer door polderwaterlozingen in de voorafgaande periode leidt mogelijk tot een toename van het doorzicht en andersom. Ook komt naar voren dat een afname in de hoeveelheid chlorofyl a en POC slechts in geringere mate bijdragen tot een toename van het doorzicht, want deze interactie is van ondergeschikt belang aan de interactie met die van het polderwater. Een geringe bijdrage aan de beïnvloeding van het doorzicht wordt evenzo gevonden voor het DOC. Opvallend genoeg lijkt de variatie in de hoeveelheid zwevende stof helemaal geen rol van betekenis te spelen. Zou er een verband tussen doorzicht en fosfaat zijn dan zouden deze twee variabelen langs dezelfde as zijn gesitueerd. Dit is echter niet het geval. De PCA ordinatie bevestigt grotendeels het beeld dat uit de univariate analyse is gegeneerd.

De temporele trend in de omgevingsvariabelen van station Dreischor gedurende de jaren 90 is onderzocht door in de PCA de halfjaarlijkse metingen als co-variabele op te geven. Hierdoor wordt deze bron van seizoensvariatie geëlimineerd. De overblijvende variatie laat de temporele trends zien zonder seizoensfluctuatie. In Figuur 21 wordt het verloop van de monsterscores langs respectievelijk de eerste en tweede as over de jaren weergegeven. De algehele trend wordt

Figuur 21. Temporele trends langs de eerste twee assen van PCA ordinatie van de omgevingsvariabelen in het Grevelingenmeer gedurende de periode 1990-2000.



duidelijk gemaakt middels een regressielijn. Hieruit is op te maken dat langs de tweede as van de ordinatie een duidelijke temporele trend optreedt. Deze trend kan verklaard worden door de afname in het fosfaat, TBT, doorzicht en een lichte daling in het zoutgehalte. De variatie langs de eerste as kan alleen geïnterpreteerd als mogelijke cyclische variatie zonder dat er duidelijke tijdsafhankelijke trends vallen waar te nemen of bijzondere seizoengebonden gebeurtenissen waarvoor geen verklaring in de dataset aanwezig is rondom een lange termijn gemiddelde.

Samenvattend:

- (i) In het Grevelingenmeer zijn significante tijdsafhankelijke trends en veranderingen gevonden voor fosfaat en het doorzicht.
- (ii) Verder worden er significante correlaties gevonden tussen de belasting van het systeem door de hoeveelheid chlorofyl a, POC, de belasting door som nitraat-nitriet en de saliniteit. Onderzocht is in hoeverre de belasting door lozingen van polderwater hiermee samenhangt. Er wordt een significante relatie gevonden tussen de lozingen in de periode voorafgaand aan de doorzichtveranderingen. Dat neemt niet weg dat er nog andere lokale als externe oorzaken (b.v. via grondwateruitspoeling) kunnen zijn.
- (iii) De afname in fosfaatbelasting lijkt een logisch gevolg van de terugbrenging van het gebruik en toepassing van deze stof in een groot aantal milieubelastende activiteiten.
- (iv) De afname in het doorzicht is het meest opvallende en spectaculair. De consequenties van deze afname kunnen gezocht worden in een verandering van de lichtcondities op de bodem van het Grevelingenmeer, waardoor licht eerder beperkend wordt. Dientengevolge worden in de diepere waterlagen de voedselcondities voor het macrobenthos in belangrijke mate beïnvloed. Met name worden de diepere strata minder geschikt voor epibenthische grazers zoals het wadslakje en mogelijk ook suspensieeters. Bovendien zou de achteruitgang in het doorzicht een mogelijke alternatieve verklaring kunnen zijn waarom er geen goed herstel van zeegrassen plaatsvindt in het systeem.
- (v) Veranderingen in de hoeveelheid chlorofyl a, het zwevende stof lijken geen afdoende verklaring te kunnen geven voor de veranderingen in het doorzicht.
- (vi) Er wordt een significant verband gevonden tussen het doorzicht en de hoeveelheid polderwater die in het meer terechtkomt van het halfjaar daarvoor. Dit suggereert dat mogelijk lichtabsorberende (humus)-achtige substanties van invloed kunnen zijn op het doorzicht in het Grevelingenmeer. Dit dient echter nader onderzocht te worden. Ook is het zeer waarschijnlijk dat er nog andere bronnen zijn die zorgen voor de verandering in het doorzicht.

4.2.3 Veranderingen in de bodemsamenstelling

Voor het macrobenthos zijn factoren zoals de bodemsamenstelling van cruciaal belang voor hun verspreiding en ontwikkeling. Om de veranderingen in het macrobenthos te begrijpen is het derhalve noodzaak om ook naar veranderingen in bodemsamenstelling te kijken. Twee parameters van belang voor de bodemsamenstelling zijn onderzocht: de Phi-mediaan en het slibgehalte % <math><16 \mu\text{m}</math>. Met betrekking tot de bodemsamenstelling zijn er voor het Grevelingenmeer resultaten voorhanden van bodem studies in het kader van het Bodemonderzoek Grevelingen (Nieuwenhuize et al., 1995; BG) en gegevens in het kader van Biomon programma (Biomon). Een nadere analyse van deze onderzoeken liet zien dat de resultaten uit beide onderzoeken niet zonder meer vergeleken en samengevoegd kunnen worden. O.a. komt dit door het gebruik van verschillende methoden voor de analyse van de monsters. De gegevens uit het BG kunnen gebruikt worden om de lange termijn veranderingen te begrijpen. De monsters genomen in het kader van Biomon kunnen inzicht geven in recente veranderingen en verschillen tussen gebieden. Beide onderzoeken worden hieronder kort samengevat en

vergeleken. Er is gekozen om bij deze analyse te kijken naar de tijdsafhankelijke lange termijn veranderingen en mogelijke veranderingen in bodemsamenstelling van de verschillende strata.

Bodemonderzoek Grevelingenmeer

Dit onderzoek is uitgevoerd in 1979, 1989 en 1995. Opzet van het onderzoek is geweest dat het Grevelingenmeer door middel van een 500 * 500 meter raster verdeeld is in een groot aantal monster vakken (in totaal ± 422 vakken). In dit raster zijn willekeurig een 36-tal monstervakken gekozen. Deze vakken zijn gedurende de hiervoor genoemde jaren bemonsterd. Bij iedere bemonstering is de diepte van bemonstering opgenomen. Deze gegevens zijn voor de huidige analyse gerangschikt naar dieptestratum. Hierdoor ontstaat een beeld van de veranderingen in de bodemsamenstelling van deze drie strata voor het gehele Grevelingenmeer gedurende de beschreven periode. De gegevens zijn samengevat in Tabel 4. Van een groot aantal monsters wordt echter geen Phi-mediaan gegeven. Dit heeft te maken met het feit dat bij hoge slibgehalten de zeven die bij deze methode gebruikt worden verstopt raken waardoor er geen Phi-mediaan getal gemeten kan worden (pers. com. J. Nieuwenhuize). De vergelijking van de gegevens op basis van Phi-mediaan geeft daardoor een vertekend beeld (een onderschatting van de werkelijke waarde). Derhalve is het beter om de slibgehalten % <16 µm te bestuderen. Uit de vergelijking komt het volgende beeld naar voren: gemiddelde slibgehalten variëren van 2.4 tot en met 21.1 %. De hoogste slibgehalten komen voor in de diepere strata. Wordt binnen een stratum gekeken dan zijn er gezien de grote spreiding geen trends waarneembaar. Voor de Phi-mediaan zijn de verschillen tussen de dieptestrata geringer en zijn er geen duidelijke trends in de tijd waarneembaar. Op grond van deze waarnemingen zou de bodemsamenstelling in de periode 1979 tot 1995 niet belangrijk gewijzigd zijn voor het macrobenthos.

Tabel 4. Bodemsamenstelling (%silt < 16 µm en Phi-mediaan) van verschillende dieptestrata in het Grevelingenmeer in 1979, 1989 en 1995 op 36 monsterstations gekozen op grond van willekeur.

Diepte	Jaar	% silt < 16 µm			phi		
		Gemid	Stdev	(n)	Gemid	Stdev	(n)
< 2 m	1979	2.73	1.69	13	2.85	0.24	13
	1989	3.60	1.32	13	2.78	0.27	13
	1995	2.40	0.79	8	2.71	0.15	8
2 < m < 6	1979	2.88	1.62	6	2.41	0.37	6
	1989	9.00	9.93	6	2.26	0.23	3
	1995	2.89	1.51	12	2.51	0.45	12
> 6 m	1979	21.12	9.43	17	2.40	0.28	9
	1989	19.57	14.37	17	2.03	#DEEL/0!	1
	1995	17.84	11.00	16	2.29	0.39	7

Biomon bemonstering

In het kader van Biomon zijn analyses uitgevoerd in 1990, 1995, 1999, 2000. In de laatst genoemde twee jaren is de bodemsamenstelling bepaald van zo goed als alle monsterlocaties van de Biomon macrobenthos najaarscampagnes. Van 1990 en 1995 zijn minder gegevens beschikbaar. Het % <16 µm en de Phi-mediaan zijn met een andere methode bepaald dan in het BG waardoor van de monsters met een hoog slibgehalte ook de Phi mediaan bekend is.

Het slibgehalte is het laagst in de bovenste twee strata (Tabel 5). De gegevens worden gekarakteriseerd door een grote mate van spreiding (standaard deviatie). Gezien deze grote spreiding zijn er ook hier geen duidelijke trends waarneembaar in de tijd. Alleen van het Oostelijk deelgebied is het slib gehalte in het diepere stratum toegenomen van 5% naar meer dan 20%. Echter er zijn slechts drie metingen beschikbaar voor 1990 waardoor er geen overtuigend

beeld ontstaat. De waarde van de Phi-mediaan neemt toe met kleiner worden van de deeltjes. Weliswaar zijn ook hier geen duidelijk trends waarneembaar, toch lijken in de diepere strata van beide deelgebieden veranderingen te zijn opgetreden. Met name in het oostelijk deelgebied lijkt dit stratum een stuk slibbiger geworden te zijn. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat er een effect van het zoete schutwater is dat via de sluis in de Grevelingendam het meer binnenkomt: menging van het zoute water met zoetwater zou daar kunnen leiden tot een troebelingsmaximum waardoor het slib aldaar accumuleert. Een andere verklaring zou kunnen

Tabel 5. Gemiddelde bodemsamenstelling (slibgehalte % < 16µm en Phi mediaan) in de drie strata (A: < 2m; B: 0<m<2; C: >6m) van beide deelgebieden (Oost en West) van het Grevelingenmeer

Deelgebied	Diepte	JAAR	% silt < 16 µm			Phi-mediaan			
			Gemiddelde	Stdev	(n)	Gemiddelde	Stdev	(n)	
O	< 2 m	1995				2.54	0.35	7	
		1999	4.20	2.39	10	2.60	0.33	10	
		2000	4.00	2.63	13	2.72	0.36	13	
	2 < m < 6	1990	14.70	7.35	2	2.90	0.58	2	
		1995				3.18	0.35	7	
		1999	8.70	2.44	10	2.89	0.60	10	
	> 6 m	2000	11.23	10.24	7	3.37	1.13	7	
		1990	5.17	7.23	3	3.30	0.09	3	
		1995				3.36	0.20	11	
		1999	24.21	6.02	10	4.85	0.30	10	
	W	< 2 m	2000	21.76	2.02	10	4.76	0.19	10
			1990	8.65	6.57	4	2.33	0.49	4
1995						2.52	0.28	9	
1999			3.49	1.78	10	2.52	0.28	10	
2 < m < 6		2000	2.53	1.60	10	2.55	0.22	10	
		1990	1.93	2.06	3	2.08	0.49	3	
		1995				2.06	0.32	10	
		1999	9.78	8.59	9	2.60	1.06	9	
> 6 m		2000	7.65	10.86	9	2.39	1.20	9	
		1990	13.45	17.00	4	2.42	0.61	4	
		1995				2.40	0.65	8	
		1999	12.68	6.85	10	3.18	1.36	10	
		2000	12.75	8.87	11	3.12	1.48	11	

zijn dat de waterbewegingen rustiger zijn in dit gedeelte van het meer waardoor slib kan uitzakken.

In de twee deelgebieden van het Grevelingenmeer lijken er weinig veranderingen in de bodemsamenstelling te hebben plaatsgevonden als naar de %<16 µm en de Phi-mediaan variabelen gekeken wordt. De meest duidelijke verandering is een toename van het slibgehalte in het diepe stratum van het Oostelijk deelgebied.

Een correctie van de gegevens voor de Phi-mediaan uit het BG d.m.v. correlaties tussen de factoren uit de Biomon metingen lijkt niet haalbaar: het leidt tot andere slibgehaltenes voor de stations waar wel de Phi-mediaan voor bekend is. Deze analyse wordt hier niet verder uitgewerkt.

Samenvattend is het volgende geconcludeerd over de verandering in de bodemsamenstelling van het Grevelingenmeer:

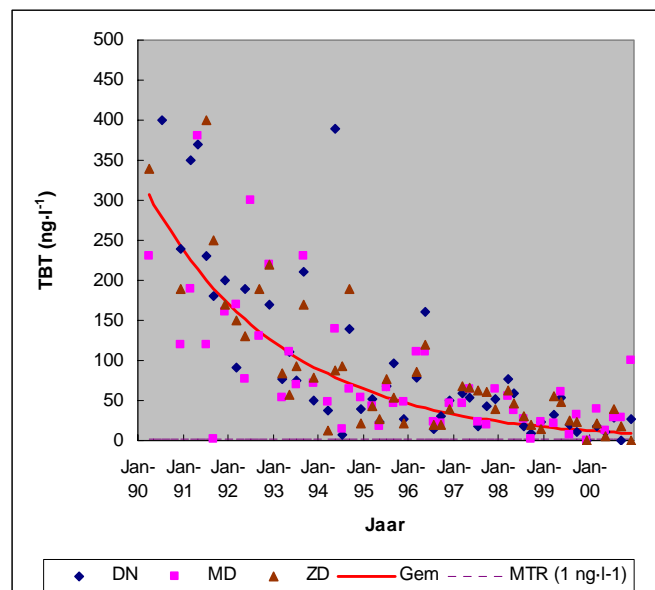
- (i) Uit de hier gekozen benadering komt naar voren dat er verschillen in bodemsamenstelling bestaan tussen de verschillende strata van het Grevelingenmeer.
- (ii) In de tijd hebben er echter géén grote veranderingen in de bodemsamenstelling plaatsgevonden als de gegevens van 1979, 1989 en 1995 voor het Grevelingenmeer als geheel met elkaar worden vergeleken.

- (iii) Gegevens uit het Bodemonderzoek Grevelingenmeer en Biomon kunnen niet zonder meer met elkaar worden vergeleken. Een belangrijke reden is dat in het BG er bij hoge slibgehaltenes geen Phi-mediaan gegevens gegeven kunnen worden.
- (iv) Het Biomon onderzoek naar de bodemsamenstelling over de afgelopen tien jaar laat een nagenoeg stabiel beeld zien. Er zijn verschillen in bodemsamenstelling tussen de drie strata, maar er lijken geen hele grote veranderingen in de tijd te zijn.
- (v) Een uitzondering lijkt in de tijd het hoge slibgehalte te zijn in het diepere stratum van deelgebied Oost.
- (vi) Veranderingen in de samenstelling van het macrobenthos ten gevolge van veranderingen in de samenstelling van de bodem lijken het meest aannemelijk in deelgebied Oost in het diepere stratum.

4.2.4 Organische microverontreinigingen

Buiten de bodemsamenstelling kunnen verontreinigingen de verspreiding van het macrobenthos sterk beïnvloeden (Warwick, 1993). Het Grevelingenmeer is een relatief schoon meer (Wattel, 1995). Een probleemstof is echter het Tributyl-tin (TBT). Sinds 1990 wordt van deze stof structureel vijf maal per jaar in het oppervlaktewater de concentratie gemeten op 3 verschillende locaties in de buurt van de haven bij Scharendijke. In Figuur 22 wordt het verloop van het jaargemiddelde van de TBT-concentraties weergegeven. Duidelijk is dat er een forse daling sinds het begin van de negentiger jaren in de TBT-concentratie is opgetreden. De concentraties in het jaar 2000 liggen in de orde van 20 ng TBT/l. De concentratie TBT blijkt exponentieel in de tijd af te nemen. Worden de jaargemiddeldewaarden voor de drie stations beschouwd dan is er een sterke correlatie: op basis van log getransformeerde jaargemiddelde waarden: $R^2 = 0.92$ en $p < 0.001$. De getrokken lijn in Figuur 22 geeft de gemiddelde trend weer op basis van deze relatie.

Figuur 22. Verloop van de TBT-concentraties op 3 locaties (DN, MD, ZD) in het Grevelingenmeer. Locaties liggen alle in de buurt van de haven van Scharendijke. Rode lijn geeft snelheid weer waarmee TBT uit het Grevelingenmeer verdwijnt ($R^2_{\text{jaargemiddelden}} = 0.92$; $p < 0.001$) De gestippelde lijn geeft de maximale toelaatbare risiconiveau (MTR) van 1 ng·l⁻¹ weer. Deze zal bij gelijkblijvende trend over zo'n zes jaar bereikt worden.



In september 1998 heeft er verder een uitgebreide inventarisatie plaatsgevonden naar de concentraties van allerlei verontreinigingen in het sediment, waaronder het TBT. In het sediment hangt de concentratie van veel verontreinigingen af van de hoeveelheid organisch materiaal en/of slib. Om sedimenten met elkaar te kunnen vergelijken worden de waarnemingen derhalve omgerekend naar een 'standaardsediment' dat 10% organisch koolstof bevat (Nieuwenhuize et al., 1980). De gegevens voor de verschillende locaties worden gegeven in Tabel 6. Op de locatie Ouddorp is een minimum concentratie van 31 $\mu\text{g TBT/kg}$ waargenomen, uitgedrukt per hoeveelheid standaard sediment. De maximale waarden was 67 $\mu\text{g TBT/kg}$ en werd waargenomen bij de haven van Scharendijke.

Het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR), zoals gegeven in Van de Guchte *et al.* (2000), bedraagt voor zeewater 1 ng TBT/l en voor standaard sediment 0.7 $\mu\text{g TBT/kg}$. Ondanks dat de concentraties TBT in de waterkolom sterk zijn gedaald zijn deze nog steeds 20 maal dit niveau. Zet de waargenomen trend door dan wordt deze norm bereikt over zo'n zes jaar. In het sediment liggen de concentraties op 43-96x de norm. Voor de inductie van imposex bij *Hydrobia ulvae* en intersex bij *Littorina littorea* is 25-50 ng TBT/l voldoende als effectconcentratie (Bauer et al., 1997; Schulte-Oehlmann et al., 1998; Barroso et al., 2000; Nehring, 2000). Voor sediment wordt een effectconcentratie aangehouden van $\sim 60 \mu\text{g TBT/kg}$ droog sediment voor *Hydrobia ulvae* en $\sim 250 \mu\text{g TBT (kg droog sediment)}^{-1}$ voor *Littorina littorea* (Nehring, 2000).

Conclusie is dat aangenomen mag worden dat in het Grevelingenmeer de situatie voor Gastropoden nog steeds ongunstig is.

Locatie	DW	SS
	$\mu\text{g TBT/kg}$	$\mu\text{g TBT/kg}$
Bocht van Sint Jakob	29	33
Bruinisse	33	34
Dreischor	68	58
Ouddorp	28	31
Scharendijke	38	67

Tabel 6. Overzicht van TBT-concentraties in het sediment ($\mu\text{g} \cdot (\text{kg droog sediment})^{-1}$) op verschillende locaties in het Grevelingenmeer. Weergegeven zijn geobserveerde concentraties (DW) en de concentraties omgerekend naar een standaard type sediment met een organisch koolstof gehalte van 10% (SS).

Samenvattend:

- (i) Begin van de jaren negentig waren er hoge concentraties TBT,
- (ii) Een effect van TBT op verschillende macrobenthos soorten kan niet geheel uitgesloten worden,
- (iii) TBT verdwijnt momenteel exponentieel uit het systeem,
- (iv) Bij gelijk blijvende afnemende trend zal het maximaal toelaatbare risiconiveau van $1 \text{ ng} \cdot \text{l}^{-1}$ TBT in de waterfase over zo'n zes jaar bereikt worden.

4.3 Koppelingen tussen het macrobenthos en omgevingsvariabelen

Achtereenvolgens wordt de koppeling tussen het macrobenthos en verschillende waterkwaliteitsparameters onderzocht gevolgd door de koppeling van het macrobenthos met bodemparameters (§4.3.2).

4.3.1 Koppelingen tussen macrobenthos, verschillende waterkwaliteitsvariabelen en microverontreinigingen (TBT)

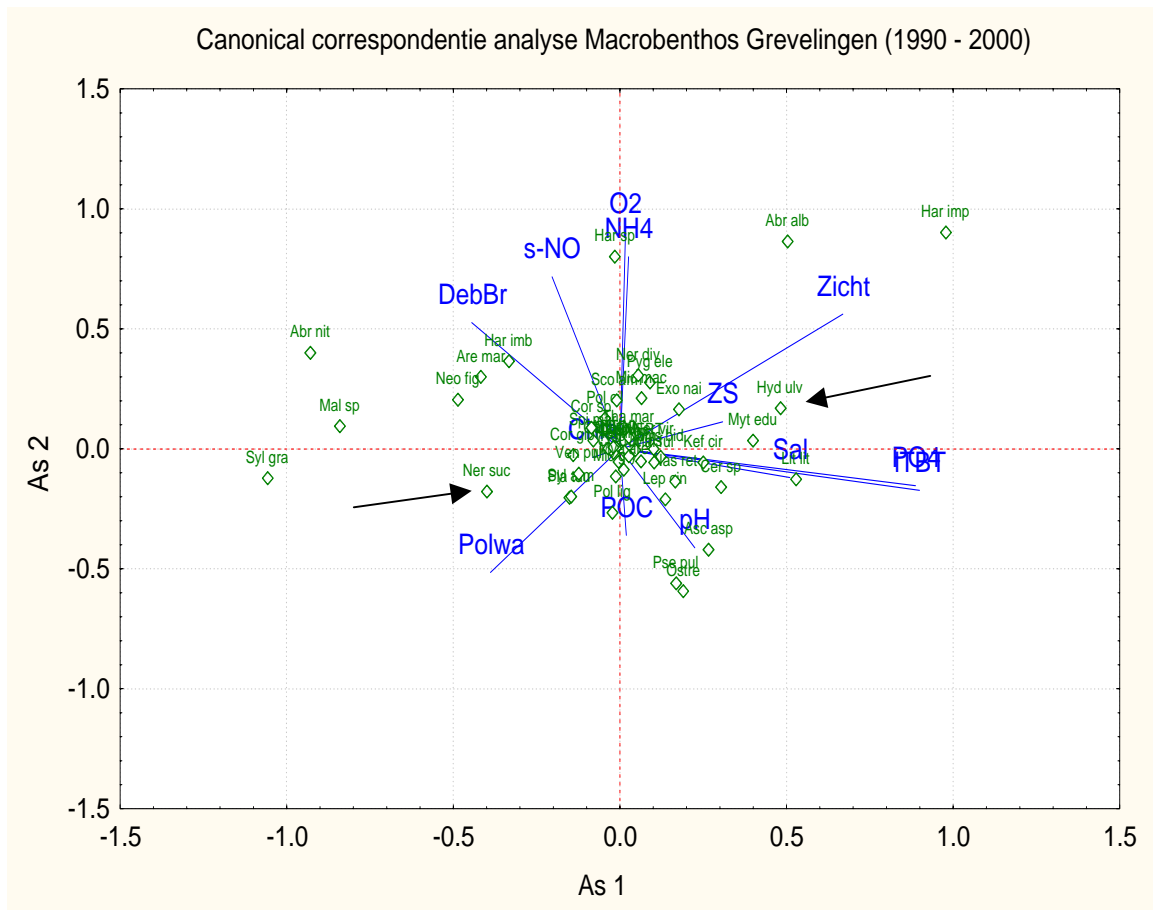
In Figuur 23 is het resultaat weergegeven van een CCA waarin een directe koppeling gemaakt wordt tussen de belangrijkste soorten van het macrobenthos en verschillende omgevingsvariabelen die van invloed kunnen zijn op de samenstelling van het macrobenthos. Te zien is dat langs de eerste as (As1) als belangrijkste omgevingsvariabelen het PO₄ en het ITBT georiënteerd zijn en langs de tweede as (As2) zuurstof en som nitraat-nitriet. Het doorzicht is georiënteerd tussen de twee assen in en correleert met beide assen. De variabelen langs As1 zijn de omgevingsvariabelen die in de afgelopen periode significant in concentratie zijn afgenomen en seizoensvariatie vertonen. De variabelen langs de tweede as lijken indicatief te zijn voor alleen seizoensvariatie. Soorten zoals het wadslakje en de mossel liggen in de richting langs As1 en langs de denkbeeldige as waar het doorzicht ligt. Dit suggereert dat deze factor(en) van belang zijn voor de verandering die zich bij deze soorten bij deze soorten hebben voorgedaan. Een afname van het doorzicht lijkt derhalve gerelateerd aan een afname van de dichtheden b.v. het wadslakje en de mossel. De worm *Nereis succinea* ligt in tegengestelde richting. Deze worm lijkt derhalve een milieu met minder doorzicht te prefereren. Een soort als *Littorina littorea* oriënteert zich langs de as waar ITBT en fosfaat zich bevinden. Deze soort is in de afgelopen periode sterk in dichtheid afgenomen. Of er daadwerkelijk een samenhang tussen de achteruitgang van deze soort is, en de afname van een van deze omgevingsvariabelen, hetgeen dus ten nadele van deze soort zou zijn, is niet duidelijk. Zo lijkt ook de relatie resulterend uit de ordinatie van het wadslakje en de microverontreiniging ITBT in tegenspraak elkaar vanwege het effect van deze stof op de ontwikkeling van dit organisme: ofwel hoge aantallen aan wadslakjes correleren met hoge TBT gehalten. Dit zou in tegenspraak zijn met het feit dat een afname van de concentratie van deze toxische stof een positief effect zou moeten hebben op de ontwikkeling van deze soort (zie §4.2.4). Dit lijkt dus niet het geval te zijn. De ogenschijnlijke verbetering van het leefmilieu voor het wadslakje die een gevolg is van de afname van het TBT is in deze ordinatie niet zichtbaar, en wordt mogelijk overschaduwd door een andere factor (b.v. de gevolgen van de afname in doorzicht).

Van een groot aantal soorten is de relatie met de verschillende omgevingsvariabelen grotendeels onduidelijk. Voor een deel heeft dit te maken met gebrek aan kennis over de relatie tussen de betreffende soort en de verschillende omgevingsfactoren. Door echter verschillende situaties met elkaar te vergelijken kan deze kennis vergroot worden.

De positionering van een soort ten opzichte van de oorsprong van een soort vertelt iets over de relatie van de soort ten opzichte van de onderzochte variabelen. Zo zijn in de huidige ordinatie een groot aantal macrobenthossoorten georiënteerd rondom de oorsprong. Voor deze soorten is de correlatie met de onderzochte omgevingsvariabelen niet erg hoog. Andere, niet onderzochte, omgevingsfactoren spelen een beduidend belangrijkere rol voor deze soorten.

De significantie van de relatie tussen soorten en omgevingsvariabelen kan middels een permutatietest onderzocht worden. In de dataset zijn er significante correlaties aanwezig tussen de soorten en de omgevingsvariabelen (F-ratio: 2.837; $p < 0.005$). De zogenaamde

“Eigenwaarden” van de verschillende ordinarie-assen gelden als maat voor de sterkte van de relatie tussen de soorten en de omgevingvariabelen. De waarde kan voor iedere ordinarie-as tussen de 0 en 1 variëren. Voor de huidige dataset zijn de “Eigenwaarden” voor de eerste twee assen respectievelijk 0.055 en 0.038. Het cumulatieve percentage van de variatie voor de soorten dat wordt verklaard door eerste en de tweede as bedraagt 6.5% en 11%. Het cumulatieve percentage van de soorten-omgevingsvariabelen relatie bedraagt 44.3%. Hieruit kan geconcludeerd worden dat slechts een klein gedeelte van de aanwezige variatie van het macrobenthos verklaard wordt door de relaties met de milieuvariabelen. Desalniettemin zijn er significante correlaties aanwezig.



Figuur 23. CCA ordinarie van de belangrijkste macrobenthos soorten in het Grevelingenmeer en verschillende omgevingsvariabelen. De positie in de ordinarie van *Hydrobia ulvae* en *Nereis succinea* worden middels een zwarte pijl aangegeven.

4.3.2 Koppeling tussen macrobenthos en bodemsamenstelling

De resultaten van een CCA waarin de relatie tussen macrobenthossoorten en bodemparemeters wordt onderzocht zijn gegeven in Figuur 24 en 25. Buiten de gegevens phi-mediaan, %silt en diepte zijn de factoren stratum en deelgebied meegenomen in de analyse. In Figuur 24 wordt de relatie tussen de verschillende soorten en omgevingsvariabelen weergegeven. In Figuur 25 wordt een ordening gegeven van de verschillende monsters. Van de omgevingsvariabelen is stratum de meest bepalende factor. De factor %silt oriënteert tussen Stratum B en C in. Zo zijn stratum A en C vooral langs de eerste as van het diagram georiënteerd en stratum B langs de

De CCA laat duidelijke verschillen zien in de ordinatie van de macrobenthos soorten. Een wormensoort zoals *Capitella capitata* lijkt de ondiepe strata van Station A te prefereren. Soorten zoals *Corophium bonnellii*, *Corophium insidiosum*, *Boccardiella ligerica*, *Mya arenaria* ordenen zich langs de tweede as van het diagram en vertonen daarmee een correlatie met stratum B. Een aantal soorten (*Corbula gibba*, *Streblospio shrubsolii*, *Tharyx marioni*) lijken de diepere locaties te prefereren met de hogere slibgehaltenes. Opvallend is dat het wadslakje *Hydrobia ulvae* een correlatie vertoont met de wat diepere strata in de ruimte tussen stratum B en C. Opvallend is verder dat de score van het muiltje *Crepidula fornicata* dichtbij de oorsprong gevonden wordt. Dit suggereert dat geen van de onderzochte milieuvariabelen van wezenlijk belang is voor de verspreiding van deze soort in het gebied.

De spreiding van de monsters in de ordinatie van Figuur 25 indiceert dat er een grote mate van variabiliteit aanwezig is. In deze figuur is duidelijk te zien dat er vooral verschillen zijn tussen de monsters van de drie strata.

In de onderzochte dataset zijn er significante correlaties aanwezig tussen de soorten en de omgevingsvariabelen (F-ratio: 12.811; $p < 0.0050$). De “Eigenwaarden” voor de eerste twee assen zijn respectievelijk 0.241 en 0.087. Het cumulatieve percentage van de verklaarde variatie voor de soortenmatrix bedraagt voor de eerste en de tweede as respectievelijk 11.5% en 15.6%. Het cumulatieve percentage van de soorten-omgevingsvariabelen relatie bedraagt 71.1%.

Geconcludeerd kan worden dat zowel bodemsamenstelling en diepte een rol spelen bij de samenstelling van het macrobenthos maar diepte lijkt in deze situatie een belangrijkere factor te zijn. Om te corrigeren voor de effecten van stratum (diepte) en deelgebied is het wenselijk deze variabelen in een vervolgonderzoek als co-variabele op te nemen.

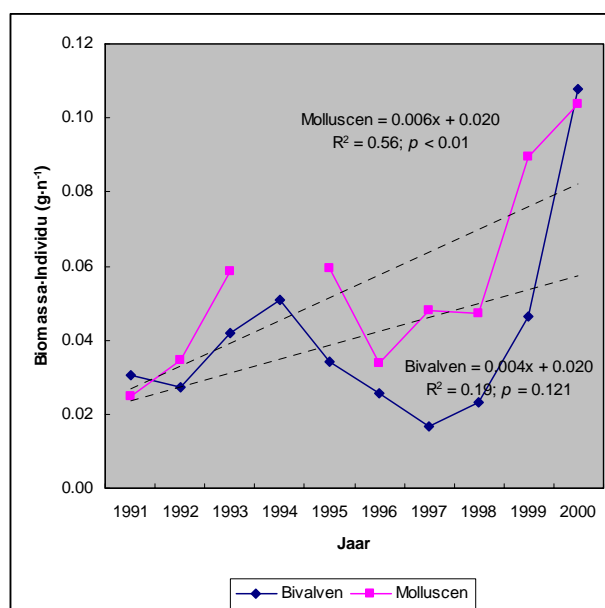
Uit de twee uitgevoerde CCA's blijkt dat er significante correlaties zijn tussen de macrobenthossoorten en de onderzochte omgevingsvariabelen.

5 Discussie

Het algehele beeld dat voor het Grevelingenmeer met betrekking tot de taxonomische opbouw (totale biomassa en aantallen) van het macrobenthos lijkt van 1990 tot 2000 weinig te zijn veranderd. Een nadere bestudering van de beschikbare gegevens levert tegelijkertijd een meer genuanceerd beeld op over mogelijke veranderingen die momenteel in dit systeem optreden.

Buiten de reeds gesignaleerde teruggang van het wadslakje (Wattel, 1995) blijken in de afgelopen tien jaar een groot aantal soorten van het macrobenthos sterk en significant te zijn veranderd. In de jaren tachtig werd nog een opkomst van de mossel geconstateerd. Gedurende de negentiger jaren zijn er duidelijke aanwijzingen dat het Grevelingenmeer voor een groot aantal soorten met een filtrerende levenswijze minder gunstig geworden is (b.v. bivalven, Chordata). De *natuurlijke leefsituatie* voor meerdere commerciële geëxploiteerde soorten zoals kokkels, mossels en oesters in het Grevelingenmeer lijkt sterk achteruit te zijn gegaan. De afwezigheid van waterbeweging, zoals in de getijdengebieden, kan hiervoor een verklaring zijn (zie bijvoorbeeld de ecoprofielen voor de kokkel *Cerastoderma edule* en de mossel *Mytilus edulis*). Oudere exemplaren kunnen zich mogelijk wel blijven ontwikkelen. Verder kunnen mogelijke verklaringen zijn: het feit dat de condities voor broedval momenteel ongunstig zijn, dat er onvoldoende aanwas van juveniele individuen plaatsvindt of een verschuiving in de soortensamenstelling van de populatie. Hierdoor vindt er een veroudering van de populatie plaats of worden de individuen groter. Een dergelijk fenomeen lijkt op te treden bij de Mollusca: de biomassa per individu lijkt toe te nemen (Fig. 26). Of dit meer specifiek voor de commerciële soorten geldt, is verder niet onderzocht. De belangrijkste vertegenwoordiger van dit phylum in

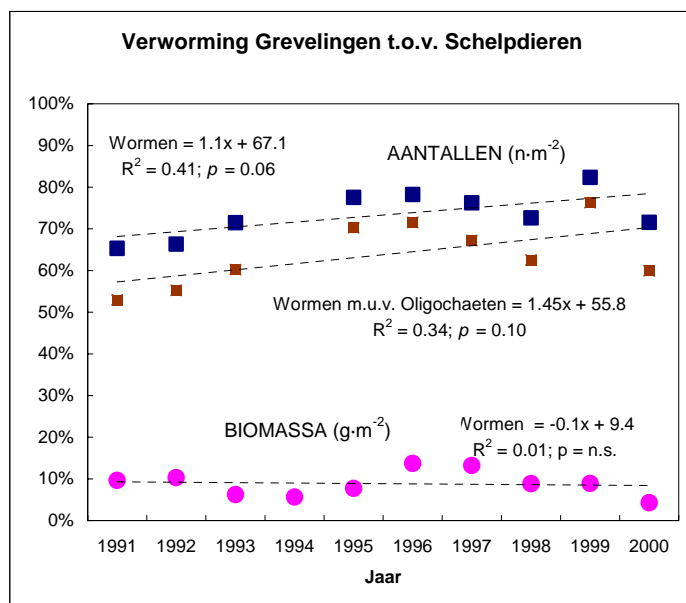
Figuur 26. Toename in de biomassa van mollusken en bivalven in het Grevelingenmeer periode (1990-2000).



het Grevelingenmeer, het muiltje *Crepidula fornicata*, is ogenschijnlijk niet significant in dichtheden of biomassa verandert. Deze soort is zeer dominant. Het feit dat deze “suspension feeding”-soort nagenoeg op peil is gebleven geeft een verklaring voor het feit dat het globale beeld van het Grevelingenmeer niet verandert is. Niche verschillen tussen de verschillende soorten met een filtrerende wijze van voedselvergarig zou een verklaring kunnen zijn waarom de ene soort wel en de andere soort niet in dichtheid is veranderd. Zo lijkt de dichtheid en biomassa van Crassotera toe te nemen.

Het Grevelingenmeer is mogelijk voor deposit-etende organismen iets gunstiger geworden: het voedsel uit de waterkolom bereikt eerder de bodem zonder dat de filtererende organismen ervan gebruik maken. Wordt naar de polychaeten gekeken (veelal organismen met deposit feeding strategie) dan zijn er een aantal soorten zo goed als verdwenen, maar worden er ook een aantal nieuwe soorten waargenomen, en zijn een aantal soorten sterk in aantal toegenomen. In absolute aantallen lijkt het niet op dat er beduidend meer wormen zijn gekomen (Figuur 24). Of er meer depositfeeders zijn gekomen is nog maar de vraag. Alleen de verhouding van de wormen ten opzichte van het aantal Mollusca is toegenomen. Ten opzichte van het aantal Mollusca lijkt er dus sprake van een “verworming” van het systeem. Dit wordt weergegeven in Figuur 27. Van de polychaete soorten die verdwenen zijn is het niet bekend of het hier ook sterk selectieve organismen betreft. Waren dit bijvoorbeeld soorten, die beter gedijen in een milieu waar microfytobenthos een belangrijke rol heeft gespeeld? Op deze vragen is nu geen antwoord te geven door een gebrek aan kennis omtrent een groot aantal verschillende soorten (zodat er nauwelijks gegevens zijn om bijvoorbeeld ecoprofielen op te stellen).

Figuur 27. Verworming van het Grevelingenmeer uitgedrukt als %Annelida t.o.v. Totaal van Annelida en Mollusca. Periode 1990-2000.



De veranderingen in het doorzicht zijn significant. Naar de oorzaak van de sterke verandering in het doorzicht is een verklaring gezocht. Doorzicht is een maat die door een groot aantal factoren beïnvloed kan worden: chlorofyl, zwevende stof, POC, DOC, en lichtabsorptie eigenschappen van de een of andere stof. Veranderingen in het chlorofyl of het zwevende stof gehalte lijken geen afdoende verklaring te geven. Het onderzoek naar mogelijke oorzaken van de veranderingen in het doorzicht wijst op de mogelijke betrokkenheid van de polderwaterlozingen, maar de precieze oorzaak zal nog uitgezocht moeten worden. Zo verklaren de lozingen niet de volledige afname in het doorzicht. En lijkt er een vertragend effect aanwezig te zijn. Derhalve lijken de lozingen van belang als **procesindicator** of **co-variabele**, bijvoorbeeld doordat er meer zoetwater in het meer terechtkomt. Dit kan een puur natuurlijke oorzaak hebben via natuurlijke uitspoeling en/of grondwater. Als het een stof is met sterk lichtabsorberende eigenschappen die het lichtklimaat kan beïnvloeden is het van belang meer te weten te komen van de aard en de concentratie van een dergelijke stof.

Buiten deze lokale veranderingen in het doorzicht is het ook mogelijk dat het doorzicht een externe oorzaak heeft. Zo kunnen grootschalige processen van belang zijn vanwege het feit dat doorzichtveranderingen zich ook lijken voor te doen in andere systemen (Oosterschelde, Waddenzee, Noordzee, Wattel, pers.com.; gegevens niet opgenomen in dit rapport), maar of de

afzonderlijke situaties vergelijkbaar zijn is vooralsnog niet bekend. Zo is van deze locaties niet bekend of de oorzaak van de doorzichtverandering vergelijkbaar zijn met de situatie in het Grevelingenmeer. Dit zou verder onderzocht moeten worden.

Als consequentie van deze veranderingen lijkt het leefmilieu onomstotelijk ongunstiger geworden te zijn voor herbivoren en omnivoren. Door de verandering in doorzicht dringt er minder licht voor fotosynthese door naar de bodem in de diepere gedeelten van het meer. De rol van deze organismen in het totale plaatje is niet erg belangrijk. Maar het feit dat ze uit het systeem aan het verdwijnen zijn, kan ondanks hun bescheiden rol toch een sterke aanwijzing zijn van de verandering van het leefmilieu in het Grevelingenmeer. De rol die het microfytobenthos hierbij speelt is van belang, maar hierover is onvoldoende bekend. Een verdere opstelling van ecoprofielen lijkt hierop een antwoord te zijn zodat lacunes in kennis omtrent individuele soorten duidelijk wordt en er met b.v. gericht autoecologisch onderzoek gekeken kan worden naar de mogelijke preferenties van individuele soorten.

De consequentie van de achteruitgang in het doorzicht kan er ook de oorzaak van zijn dat het zeegras zich niet voldoende kan herstellen. Met nadruk wordt erop gewezen dat de achteruitgang in het doorzicht niet de reden hoeft te zijn geweest waarom het zeegras is achteruit is gegaan.

Het is belangrijk zich voortdurend te realiseren dat het Grevelingenmeer als meer, slechts recent afgesloten is, en in ontwikkeling relatief jong is. Buiten bovengenoemde oorzaken, zoals een mogelijk effect van polderwaterlozingen, kunnen de veranderingen ook nog het resultaat zijn van een successie in of competitie tussen soorten of het gevolg van natuurlijk variatie in de populatie van het macrobenthos. Evenzo kan er een effect van de verandering in het sluisregime bij de sluis van Brouwershaven op omgevingsvariabelen en indirect het macrobenthos zijn. Dit regime is recentelijk veranderd. Een beperking is dat er nog slechts een relatief gering aantal data beschikbaar is. Bijlage III is ook relevant: de populatie geoorde fuut die foerageert op de populatie Kreeftachtigen. Hier lijkt een relatie te bestaan. Verder kan een effect van TBT, ondanks de verbetering in de belasting van het systeem door deze stof, nog een rol spelen in de afname van enkele soorten, met name Gastropoden. De huidige TBT concentraties in het water en het sediment zijn beduidend hoger dan de gestelde MTR's. Een significante bijdrage in de verdwijning van gevoelige soorten zoals bij verschillende Gastropoden soorten, zoals *Hydrobia ulvae* en *Littorina littorea*, door een te hoge TBT concentratie in water en sediment is zeker niet uit te sluiten. Toch heeft de verbetering in de concentratie in de waterfase niet geleid tot een toename van het wadslakje volgens het principe van een dosis-effect relatie. Dit kan zijn vanwege lange termijn effecten of juist omdat er een andere oorzaak van de achteruitgang van dit slakje is (te denken valt dan aan de doorzichtvermindering).

Echter niet alle effecten van bovenstaande factoren uit het leefmilieu van het macrobenthos kunnen onomstotelijk worden verbonden (gecorrleerd) aan de veranderingen binnen deze groep van organismen. Desalniettemin, lijken de veranderingen in deze populatie aan te tonen dat in het natuurlijk leefmilieu van het Grevelingenmeer in de afgelopen periode significante veranderingen zijn opgetreden. Derhalve in hoeverre de veranderingen "natuurlijk" zijn en zich verhouden tot veranderingen in de andere systemen in de Delta (Oosterschelde, Westerschelde, Haringvliet, Veerse meer) is in deze fase van onderzoek nog niet te zeggen, daar vergelijkende onderzoeken nog niet zijn uitgevoerd.

De analyse laat duidelijk zien dat een langdurig monitoringprogramma met macrobenthos, gecombineerd met de analyse van omgevingsvariabelen, een goed middel is om veranderingen in de natuurlijke omgeving vast te stellen.

6 Conclusies

Uit dit onderzoek, met als doel de veranderingen van het macrobenthos in relatie tot mogelijke veranderingen van omgevingsvariabelen te onderzoeken (periode 1990-2000) zijn de volgende conclusies getrokken:

- (i) Locaties waar omgevingsparameters verzameld worden vertonen geen overlap met bemonsteringslocaties van het macrobenthos.
- (ii) Er zijn een aantal significante veranderingen bij de bestudeerde omgevingsvariabelen waargenomen en er zijn significante relaties gevonden tussen een aantal variabelen:
 - Het fosfaat gehalte blijft afnemen in de tijd. Zet de huidige trend door dan is het aannemelijk dat in het vroege voorjaar er fosfaatlimitatie in de waterkolom reeds (gaat) optre(e)dt(en).
 - Er zijn ook significante trends waargenomen (zij het minder duidelijk) in Chl-a, DOC en ammonium.
 - Het doorzicht is opvallend en spectaculair afgenomen van 50 dm naar 25 dm in de afgelopen tien jaar.
 - Significante verbanden zijn er gevonden tussen het chlorofyl gehalte en de stikstof concentratie. Het stikstof gehalte is hoger bij een lager zoutgehalte. Het zoutgehalte wordt significante beïnvloed door het polderwater. Zo lijkt het erop dat de bron van polderwater een rol speelt bij de regulatie van het plantaardig plankton van het systeem. Gedeeltelijk lijken de veranderingen in doorzicht hiermee samen te vallen.
- (iii) Door de achteruitgang in het doorzicht is het aannemelijk te veronderstellen dat het lichtklimaat in de diepere gedeelten van het Grevelingenmeer veranderd is.
- (iv) Naar een verklaring voor de oorzaak van de verandering in het doorzicht is gezocht. Er is geen relatie te vinden tussen verandering van het doorzicht met het zwevende stof of chlorofyl. Het doorzicht wordt mogelijk beïnvloed door de polderwaterlozingen, maar ook een groot aantal andere factoren lijken een rol te spelen.
- (v) Met betrekking tot het macrobenthos lijken er op het eerste gezicht geen aanwijzingen te zijn voor radicale veranderingen in het systeem (§4.1.1). Het globale patroon voor de totale biomassa of totale aantallen van alle taxa samen blijft gehandhaafd. De anneliden, mollusken en arthropoden overheersen qua aantallen, waarbij de biomassa vooral door de “suspension feeding” mollusken wordt bepaald.
- (vi) Echter er zijn duidelijk veranderingen en tijdsafhankelijke trends in de macrobenthos samenstelling waar te nemen. Er verdwijnen een groot aantal soorten. Zo is het wadslakje nagenoeg uit het systeem verdwenen. Er wordt een duidelijke achteruitgang bij de suspensie voedende (of filtrerende) bivalven geconstateerd. Bij de Chordata en Porifera - die ook filtreren - wordt ook een achteruitgang geconstateerd.
- (vii) Binnen de groep van Annelida blijken aanzienlijke veranderingen in de soortensamenstelling plaats te vinden. Enkele soorten blijken zich uit te breiden, zoals de nereide worm *Nereis succinea*, terwijl weer andere soorten uit het systeem verdwijnen. Dit kunnen vroegtijdige signalen zijn dat er toch meer aan de hand is.
- (viii) Als belangrijk voorbeeld kunnen ook de veranderingen gelden, die bij een aantal commerciële schelpdiersoorten (mossel, kokkel, oester) gevonden zijn. Al deze soorten blijken grotendeels (met exponentiële snelheid) te verdwijnen uit het Grevelingenmeer, hetgeen inhoudt dat hun natuurlijk leefgebied in het Grevelingenmeer aan het verdwijnen is. Daarentegen wordt er een (mogelijke) opkomst (invasie) geconstateerd van de Japanse oester *Crassostrea*.
- (ix) Op systeemniveau zijn er geen duidelijke veranderingen in de bodemsamenstelling geconstateerd voor de onderzochte parameters. Slechts in het diepste gedeelte van het

- Oostelijk deelgebied wordt een toename van de slibconcentratie waargenomen. De bodemsamenstelling is wel van invloed op de verspreiding van het macrobenthos.
- (x) De TBT concentraties zijn nog steeds boven maximaal toelaatbare niveaus. Hierdoor is een effect op dieren b.v. Gastropoda, waaronder het wadslakje, niet uitgesloten. Van de zeven Gastropoda soorten die worden aangetroffen in het Grevelingenmeer is er bij vier soorten een significante achteruitgang geconstateerd.
 - (xi) Een mogelijke verklaring voor de verdwijning van het wadslakje - buiten de reeds geopperde achteruitgang door de achteruitgang van het zeegras of beïnvloeding van de levenscyclus door TBT - is dat het te maken heeft met de veranderingen in doorzicht: de slak is een epibenthische grazer. Door de teruggang in doorzicht, neemt het areaal af waar benthische algen en kiezelwieren kunnen groeien, waardoor er minder voedsel voor deze slak zou kunnen zijn.
 - (xii) De TBT concentratie neemt exponentieel af in het systeem. Zet deze trend door dan wordt over zo'n zes jaar een aanvaardbare situatie (onder MTR-niveau) bereikt.
 - (xiii) De achteruitgang in het doorzicht kan ook als mogelijk oorzaak gezien worden waarom het zeegras zich niet kan herstellen in het Grevelingenmeer.
 - (xiv) De biomassa van de mollusken blijft momenteel op peil terwijl de aantallen afnemen. Dit kan duiden op een veroudering van deze groepen organismen, een vermindering van de kans van ontwikkeling van juveniele individuen, ofwel een verschuiving in de soortensamenstelling.
 - (xv) Het aantal wormen neemt toe ten opzichte van het aantal mollusken: dit duidt op een mogelijke "verworming" van het systeem.
 - (xvi) Mogelijke verklaringen voor veroudering en verworming kunnen zijn: a) de afwezigheid van een sterke doorspoeling van het systeem en/of b) de afwezigheid van waterbeweging in de vorm van b.v. getijdenbeweging (zie Ecoprofielen voor de commerciële soorten, Bijlage II).
 - (xvii) Er zijn aanwijzingen dat er een relatie bestaat tussen de toename in het aantal geoorde futen en aantallen Kreeftachtigen (Bijlage III).

7 Aanbevelingen en Aanknopingspunten voor Beleid

7.1 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Informatie die nog in de (al dan niet gecombineerde) databases van het macrobenthos en de omgevingsvariabelen met een nadere bewerking verder te analyseren is, omvat:

- (i) effecten van zuurstofloosheid,
- (ii) indicatorsoorten,
- (iii) clustering tussen soorten,
- (iv) biodiversiteitsindices.

Informatie die van belang is en waar extra aandacht naar uit kan gaan is:

- (i) effect van licht absorberende stoffen anders dan zwevende stof of chlorofyl en de effecten die dergelijke stoffen op een systeem als het Grevelingenmeer zouden kunnen hebben.
- (ii) studie naar de doorspoeling van de watermassa's in het Grevelingenmeer om de accumulatie van dergelijk stoffen te kunnen evalueren.
- (iii) in hoeverre het al dan niet spuien tijdens de zomerperiode effecten heeft op de macrofauna.
- (iv) autoecologische kennis opbouw over bijvoorbeeld soorten die verdwijnen. Wat is de reden van hun verdwijnen en is hun achtergang in het systeem te relateren aan de veranderingen in omgevingsvariabelen (b.v. doorzicht en dan met name de effecten op het microfytobenthos).

7.2 Beleidspunten

Mogelijke aanknopingspunten voor verder beleid zijn:

1. Overlap van monitoringprogramma's is wenselijk omdat zo een beter gekoppeld beeld van veranderingen verkregen kan worden.
2. Veranderingen in dichtheden en biomassa van een significant aantal macrobenthos soorten. Opvallend zijn de achteruitgang in dichtheden binnen het phylum van de Mollusca. De veranderingen bij de Mollusca duiden op afwezigheid van waterbeweging in het gebied. Aansprekend zijn de veranderingen die optreden bij de commerciële soorten. Net zo opvallend zijn bijvoorbeeld de veranderingen die optreden binnen het phylum van de Annelida (wormachtigen).
3. Veranderingen in omgevingsvariabelen. Opvallend zijn de veranderingen in doorzicht en de gevolgen die dit kan hebben voor het lichtklimaat in het Grevelingenmeer. Hier kan de terugkeer van Mollusken en zeegras door belemmerd worden.
4. Gevolgen van mogelijke fosfaat limitatie die in het begin van het groeiseizoen in het systeem lijkt te gaan optreden.

8 Literatuur

- Barroso CM, Moreira MH, Gibbs PE (2000) Comparison of imposex and intersex development in four Prosobranch species for TBT monitoring of a southern European estuarine system (Rio de Aveiro, NW Portugal). *Marine Ecology-Progress Series* 201:221-232
- Bauer B, Fioroni P, Schulte Oehlmann U, Oehlmann J, Kalbfus W (1997) The use of *Littorina littorea* for tributyltin (TBT) effect monitoring results from the German TBT survey 1994/1995 and laboratory experiments. *Environmental Pollution* 96:299-309
- Moore, D.S., McCabe G.P. (2001) *Statistiek in de Praktijk*. 3^{de} herziene druk. Academic Service, Schoonhoven.
- Nehring S (2000) Long-term changes in Prosobranchia (Gastropoda) abundances on the German North Sea coast: the role of the anti-fouling biocide tributyltin. *Journal of Sea Research* 43:151-165
- Nienhuis PH, De Bree BHH, Herman PMJ, Holland AMB, Verschuure JM & Wessel EGJ (1996). Twenty-five years of changes in the distribution and biomass of eelgrass, *Zostera marina*, in the Grevelingen lagoon, The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30: 107-117
- Nieuwenhuize, J., Herman, P. M. J., Van Liere, J. M., Poley-Vos, C. H., & Schuit, A. D. De bodemsamenstelling van 36 meetpunten in het Grevelingen meer in 1989. Rapporten en Verslagen 1990-10. 1990. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek
- Nieuwenhuize, J., Van Liere, J. M., & Vlasblom, A. G. Een bodemkaart van het Grevelingen meer in 1979. Rapporten en Verslagen nr. 1980-6. 1980. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek.
- Nieuwenhuize J., Herman P.M.J., Lambeck R.H.D., 1995. De bodemsamenstelling van 36 meetpunten in het Grevelingenmeer in 1995 en een analyse van lange termijnontwikkelingen (1967-1995). NIOO-CEMO, Rapporten en Verslagen 1995-5.
- Schulte-Oehlmann U, Oehlmann J, Bauer B, Fioroni P, Leffler US (1998) Toxicokinetic and -dynamic aspects of TBT-induced imposex in *Hydrobia ulvae* compared with intersex in *Littorina littorea* (Gastropoda, Prosobranchia). *Hydrobiologia* 378:215-225
- Sisternans, W. C. H., Hummel, H., Dimmers, W. J., & Verschuure, J. M. Het macrobenthos van de Westerschelde, de Oosterschelde, het Veerse meer en het Grevelingenmeer in het voorjaar 2000. NIOO-CEMO 2001.
- Sokal R.R., Rohlf, F.J., 1981. *Biometry*. Freeman and Company, San Francisco.
- Ter Braak, C. J. F. and Šmilauer, P. *Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. 1998. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA).
- Van de Guchte, C., Beek, M., Tuinstra, J. & Van Rossenberg, M. Normen voor het waterbeheer. Commissie Integraal Waterbeheer. 2000.
- Warwick, R.M. (1993). Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Aust. J. Ecol.* 18: 63-80.
- Wattel, G. Grevelingenmeer: uniek maar kwetsbaar. RWS-Rijksinstituut voor Kust en Zee Rapport RIKZ-96.014. 1996.
- Ysebaert, T., 2000. Macrozoobenthos and waterbirds in the estuarine environment: spatio-temporal patterns at different scales. PhD thesis, University of Antwerp. Communications of the Institute of Nature Conservation 16. Brussel, Belgium. 175 pp.

BIJLAGE I

Overzicht van Veranderingen in het Macrobenthos

Tabellen

1. Phylum

Dichtheden: a-b
Biomassa: c-d

2. Mollusca

Dichtheden: a
Biomassa: b
Analyse: c

3. Annelida



Dichtheden: a
Biomassa: b
Analyse: c



4. Arthropoda

Dichtheden: a
Biomassa: b
Analyse: c

5. Andere phyla: Echinodermata, Chordata.

Dichtheden: a
Biomassa: b
Analyse: c

 (Lineaire) afname: $p < 0.05$
 afname: $0.05 < p < 0.10$

 (Lineaire) toename: $p < 0.05$
 toename: $0.05 < p < 0.10$

VTC (voedseltypering code): O: omnivoor; P: predator; SDF: surface depositfeeder; SF: suspensie feeder = F: filter feeder; U: onbekend; D: depositfeeder; H: herbivoor

I.1.A Organisatie niveau Phylum: Dichtheden

Dichtheid (N-m2)			JAAR																	
Phylum	Klasse	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gem	StDev	C.v	%	Rang	r	p	<0.05
Annelida	Polychaeta	O	82	72	55	33	50	45	44	48	43	24	50	17	34	0.76	13	-0.79	0.01	< 0.05
		P	60	16	126	61	20	258	57	85	22	88	79	72	91	1.21	11	0.08	0.83	no
		SDF	613	871	895	1,789	1,136	2,350	665	564	746	398	1003	612	61	15.27	3	-0.20	0.58	no
		SF	154	43	32	223	78	183	93	76	102	88	107	61	57	1.63	9	-0.08	0.84	no
		U	198	214	308	229	377	161	93	191	125	139	204	86	42	3.10	8	-0.51	0.14	no
		D	1,042	562	477	827	681	870	815	973	816	489	755	196	26	11.50	4	-0.05	0.89	no
	H	1	0	-	-	0	1	1	1	1	1	-	0	0	88	0.01	32	-0.19	0.59	no
	Oligochaeta	U	1,442	1,060	1,238	718	1,081	1,653	1,002	1,142	832	834	1100	287	26	16.76	2	-0.39	0.26	no
	Terebellomorpha	U	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	0	1	254	0.00	33	0.51	0.14	no
Arthropoda	Crustacea	O	6	11	16	23	7	7	4	5	6	5	9	6	66	0.14	20	-0.45	0.19	no
		P	27	1	27	26	3	7	8	13	25	7	14	11	75	0.22	18	-0.22	0.54	no
		SDF	192	230	193	343	600	1,205	70	125	207	332	349	335	96	5.32	5	0.03	0.93	no
		SF	1	-	0	1	0	2	1	2	0	1	1	1	69	0.01	29	0.17	0.64	no
		U	178	236	203	280	199	403	411	352	388	254	290	90	31	4.42	7	0.63	0.05	no
	Insecta	U	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	0	316	0.00	35	-0.06	0.87	no	
	Maxillopoda	SF	-	-	-	-	-	-	-	5	6	12	2	4	180	0.03	24	0.78	0.01	< 0.05
Chordata	Ascidiacea	SF	2	3	2	1	1	19	1	1	2	-	3	6	180	0.05	23	-0.06	0.87	no
		U	5	2	4	7	1	11	2	1	-	0	3	3	105	0.05	22	-0.40	0.26	no
		F	14	21	9	35	4	11	6	34	1	-	13	13	95	0.20	19	-0.32	0.36	no
Cnidaria	Anthozoa	SF	14	34	29	42	15	43	34	18	2	5	23	15	63	0.36	15	-0.45	0.19	no
	Tubularia	U	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.00	36	-0.52	0.12	no
Echinodermata	Stelleroidae	U	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9	1	3	279	0.02	26	0.58	0.08	no
	Stelloroidae	U	0	-	0	1	1	1	1	8	1	3	2	2	145	0.03	25	0.51	0.13	no
Mollusca	Bivalvia	SDF	83	58	28	10	57	71	104	144	61	230	85	63	75	1.29	10	0.64	0.04	< 0.05
		SF	677	594	295	199	231	237	194	299	142	103	297	189	64	4.52	6	-0.81	0.00	< 0.05
		U	2	1	2	1	1	-	-	1	1	-	1	1	90	0.01	30	-0.75	0.01	< 0.05
	Gastropoda	O	24	18	30	17	19	10	16	14	13	4	17	7	43	0.25	17	-0.77	0.01	< 0.05
		P	0	2	1	1	-	1	2	2	1	-	1	1	84	0.01	27	-0.03	0.94	no
		SDF	319	218	77	24	19	44	10	4	6	8	73	108	148	1.11	12	-0.79	0.01	< 0.05
		SF	770	516	747	14,446	644	1,147	526	672	341	465	2028	4369	215	30.88	1	-0.19	0.60	no
		U	1	2	1	-	2	1	-	-	-	-	1	1	138	0.01	31	-0.60	0.06	no
	Polyplacophora	SDF	34	30	68	18	18	29	11	26	12	9	25	17	68	0.39	14	-0.61	0.06	no
	Tellinacea	U	-	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0	0	236	0.00	34	0.40	0.25	no
Nemertea	?	P	9	18	12	3	6	38	30	47	20	12	19	15	75	0.30	16	0.42	0.23	no
Phoronida	?	U	-	-	6	2	-	-	1	-	-	1	1	2	202	0.01	28	-0.23	0.52	no
Porifera	?	SF	39	14	4	5	8	12	2	1	-	-	9	12	137	0.13	21	-0.74	0.01	< 0.05

I.1.C Phylum niveau: veranderingen in biomassa

Biomassa (g-m ⁻²)		JAAR												Gem	StDev	C.v	% Rang	r	t	t _{0.05}	p	
Phylum	Klasse	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000										
Arthropoda	Crustacea	O	1.34	2.60	2.02	2.15	2.06	1.20	3.09	0.78	1.23	1.34	1.78	0.72	41	3	4	-0.35	1.06	0.32	no	
		P	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.13	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	197	0.03	22	0.00	0.01	0.99	no	
		SDF	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.17	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0	0	154	0.05	19	0.05	0.15	0.89	no
		SF	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	135	0.00	28	-0.12	0.35	0.74	no
		U	0.02	0.34	0.04	0.03	0.08	0.09	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	116	0.12	15	-0.32	0.96	0.37	no
	Insecta	U	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	31	-0.06	0.16	0.87	no	
	Maxillopoda	SF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	geen biomassa gegevens beschikbaar										
Annelida	Polychaeta	O	4.35	5.01	3.78	3.06	3.72	6.15	4.21	3.76	3.35	2.27	3.97	1.07	27	5.73	3	-0.42	1.32	0.22	no	
		P	0.02	0.02	0.11	0.10	0.02	0.19	0.06	0.06	0.08	0.15	0.08	0.06	74	0.12	16	0.44	1.38	0.20	no	
		SDF	0.08	0.15	0.10	0.16	0.28	0.45	0.14	0.14	0.20	0.14	0.19	0.11	58	0.27	13	0.20	0.57	0.58	no	
		SF	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	91	0.02	24	0.00	0.01	0.99	no
		U	0.01	0.03	0.14	0.01	0.02	0.03	0.00	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	124	0.05	20	-0.17	0.48	0.64	no	
		D	0.46	0.38	0.64	0.72	0.94	1.37	1.84	1.25	1.29	1.16	1.00	0.46	46	1.45	6	0.78	3.54	0.01	< 0.05	
		H	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	131	0.00	33	-0.61	2.17	0.06	no	
	Oligochaeta	U	0.13	0.10	0.10	0.04	0.10	0.14	0.07	0.10	0.07	0.06	0.09	0.03	35	0.13	14	-0.42	1.31	0.23	no	
	Terebellomorpha	U	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.00	0.00	0.01	314	0.00	27	-0.05	0.15	0.88	no		
Chordata	Ascidiacea	SF	0.58	0.64	0.42	0.34	0.17	1.69	0.04	0.16	0.68	-	0.47	0.49	104	0.68	11	-0.21	0.61	0.56	no	
		U	0.13	0.00	0.03	0.07	0.14	0.00	0.01	0.01	-	0.00	0.04	0.05	142	0.06	18	-0.54	1.82	0.11	no	
		F	0.34	1.83	2.11	2.81	0.28	0.30	0.34	0.84	0.30	-	0.92	0.97	106	1.32	8	-0.52	1.71	0.13	no	
Cnidaria	Anthozoa	SF	0.18	0.63	0.46	0.85	0.56	1.76	1.61	0.72	0.02	0.41	0.72	0.57	78	1.04	9	0.08	0.24	0.82	no	
	Tubularia	U	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	35	-0.52	1.73	0.12	no	
Echinodermata	Stelleroidae	U	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.00	0.00	307	0.00	29	0.54	1.79	0.11	no	
	Stelleroidae	U	0.10	-	0.29	0.00	1.06	3.14	3.30	0.00	0.00	1.84	0.97	1.33	137	1.41	7	0.36	1.10	0.30	no	
Mollusca	Bivalvia	SDF	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03	0.04	0.11	0.07	0.02	0.04	0.04	0.03	69	0.06	17	0.28	0.83	0.43	no	
		SF	23.20	17.83	13.55	10.69	11.77	8.86	4.89	10.14	9.35	35.80	14.61	9.02	62	21.11	2	0.03	0.10	0.93	no	
		U	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.17	0.01	-	0.02	0.05	281	0.03	23	0.29	0.85	0.42	no	
	Gastropoda	O	0.76	0.80	1.73	1.24	1.66	0.85	1.24	1.23	0.93	0.25	1.07	0.44	42	1.54	5	-0.29	0.85	0.42	no	
		P	0.00	0.01	0.01	0.01	-	0.00	0.00	0.01	0.01	-	0.01	0.01	117	0.01	26	-0.12	0.35	0.74	no	
		SDF	0.78	0.53	1.33	2.24	0.79	0.50	0.29	0.00	0.11	0.03	0.66	0.69	105	0.95	10	-0.60	2.10	0.07	no	
		SF	22.57	30.40	56.64	54.07	46.90	42.54	34.99	43.09	41.00	48.91	42.11	10.52	25	60.85	1	0.32	0.95	0.37	no	
		U	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-	-	0.00	0.00	169	0.00	32	-0.68	2.64	0.03	< 0.05	
	Polyplocophora	SDF	0.04	0.01	0.05	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	60	0.03	21	-0.37	1.14	0.29	no	
	Tellinacea	U	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	248	0.00	34	0.43	1.36	0.21	no		
Nemertea	?	P	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	71	0.01	25	0.53	1.75	0.12	no	
Phoronida	?	U	-	-	0.00	0.00	-	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	203	0.00	30	-0.33	1.00	0.35	no		
Porifera	?	SF	0.01	0.07	0.26	1.28	0.68	0.08	0.14	0.03	-	-	0.25	0.41	164	0.37	12	-0.25	0.73	0.48	no	

I.1.B Organisatie niveau Phylum: Analyse Dichtheden

Dichtheid (N-m ²)		JAAR											
Phylum	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Annelida	Omnivorus	66	82	72	55	33	50	45	44	48	43	24	30
	Predator	2	60	16	126	61	20	258	57	85	22	88	135
	Surface deposit feeder	449	613	871	895	1789	1136	2350	665	564	746	398	548
	Suspension feeder	123	154	43	32	223	78	183	93	76	102	88	13
	Depositfeeder	207	1042	562	477	827	681	870	815	973	816	489	774
	Herbivorus	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Arthropoda	Omnivorus	33	6	11	16	23	7	7	4	5	6	5	14
	Predator	50	27	1	27	26	3	7	8	13	25	7	47
	Surface deposit feeder	308	192	230	193	343	600	1205	70	125	207	332	503
	Suspension feeder	1	1	0	0	1	0	2	1	7	6	13	0
	Unknown	515	178	236	203	280	200	403	411	352	388	254	468
Chordata	Surface deposit feeder	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Suspension feeder	0	2	3	2	1	1	19	1	1	2	0	0
	Unknown	10	5	2	4	7	1	11	2	1	0	0	0
	Filter feeder	21	14	21	9	35	4	11	6	34	1	0	1
Cnidaria	Suspension feeder	16	14	34	29	42	15	43	34	18	2	5	6
	Unknown	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinodermata	Unknown	1	0	0	0	1	1	1	1	8	2	12	0
Mollusca	Omnivorus	26	24	18	30	17	19	10	16	14	13	4	18
	Predator	1	0	2	1	1	0	1	2	2	1	0	1
	Surface deposit feeder	375	436	306	173	52	94	144	125	174	79	247	284
	Suspension feeder	1341	1447	1110	1042	14646	875	1384	721	971	483	568	239
	Unknown	0	3	3	3	1	2	1	0	1	1	1	6
Nemertea	Predator	39	9	18	12	3	6	38	30	47	20	12	6
Phoronida	Unknown	0	0	0	6	2	0	0	1	0	0	1	0
Porifera	Suspension feeder	0	39	14	4	5	8	12	2	1	0	0	0

Annelida	Alle typen (N-m ²)	2137	3593	2839	3130	3424	5522	2770	3081	2685	2062	3086
%		43.9%	60.0%	58.6%	64.1%	65.1%	62.6%	65.9%	63.5%	68.5%	58.5%	65.9%
Arthropoda	Alle typen (N-m ²)	906	403	477	439	810	1624	493	501	633	611	1032
%		18.6%	6.7%	9.8%	9.0%	15.4%	18.4%	11.7%	10.3%	16.1%	17.3%	22.0%
Chordata	Alle typen (N-m ²)	31	21	26	15	6	40	9	36	2	0	3
%		0.6%	0.3%	0.5%	0.3%	0.1%	0.5%	0.2%	0.7%	0.1%	0.0%	0.1%
Cnidaria	Alle typen (N-m ²)	16	15	34	29	15	43	34	18	2	5	6
%		0.3%	0.2%	0.7%	0.6%	0.3%	0.5%	0.8%	0.4%	0.0%	0.1%	0.1%
Echinodermata	Alle typen (N-m ²)	1	0	0	0	1	1	1	8	2	12	0
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.3%	0.0%
Mollusca	Alle typen (N-m ²)	1743	1910	1439	1249	991	1538	864	1162	575	820	548
%		35.8%	31.9%	29.7%	25.6%	18.8%	17.4%	20.5%	23.9%	14.7%	23.3%	11.7%
Nemertea	Alle typen (N-m ²)	39	9	18	12	6	38	30	47	20	12	6
%		0.8%	0.2%	0.4%	0.2%	0.1%	0.4%	0.7%	1.0%	0.5%	0.3%	0.1%
Phoronida	Alle typen (N-m ²)	0	0	0	6	0	0	1	0	0	1	0
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Porifera	Alle typen (N-m ²)	0	39	14	4	8	12	2	1	0	0	0
%		0.0%	0.6%	0.3%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total I.1.B Organisatie niveau Phylum Alle typen (N-m²)		4873	5990	4847	4886	5261	8818	4203	4854	3919	3523	4681

VoedselType	Herbivorus	1	1	0	-	0	1	1	1	1	-	-
Omnivorus	125	112	101	101	76	62	64	68	62	33	62	
Predator	92	96	36	166	29	304	97	147	67	107	188	
Depositfeeder	207	1,042	562	477	681	870	815	973	816	489	774	
Surface deposit feeder	1,133	1,241	1,407	1,261	1,830	3,699	859	863	1,031	978	1,338	
Suspension feeder	1,481	1,658	1,204	1,110	977	1,642	851	1,074	593	672	258	
Filter feeder	21	14	21	9	4	11	6	34	1	-	1	
Unknown	1,813	1,827	1,516	1,763	1,663	2,229	1,509	1,695	1,349	1,244	2,061	

Voedseltype %	Herbivorus	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Omnivorus	2.6%	1.9%	2.1%	2.1%	1.4%	0.7%	1.5%	1.4%	1.6%	1.0%	1.3%	
Predator	1.9%	1.6%	0.7%	3.4%	0.5%	3.4%	2.3%	3.0%	1.7%	3.0%	4.0%	
Depositfeeder	4.3%	17.4%	11.6%	9.8%	12.9%	9.9%	19.4%	20.0%	20.8%	13.9%	16.5%	
Surface deposit feeder	23.3%	20.7%	29.0%	25.8%	34.8%	42.0%	20.4%	17.8%	26.3%	27.7%	28.6%	
Suspension feeder	30.4%	27.7%	24.8%	22.7%	18.6%	18.6%	20.3%	22.1%	15.1%	19.1%	5.5%	
Filter feeder	0.4%	0.2%	0.4%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	
Unknown	37.2%	30.5%	31.3%	36.1%	31.6%	25.3%	35.9%	34.9%	34.4%	35.3%	44.0%	

Lineaire Toename/Afname 1991-2000

	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	<0.05
Annelida	-0.29	0.09	9	7	-0.97	0.37	no
Arthropoda	0.19	0.03	9	7	0.58	0.58	no
Chordata	-0.32	0.11	9	7	-1.09	0.31	no
Cnidaria	-0.43	0.19	9	7	-1.61	0.15	no
Echinodermata	0.71	0.51	9	7	4.36	0.00	< 0.05
Mollusca	-0.80	0.64	9	7	-6.58	0.00	< 0.05
Nemertea	0.39	0.15	9	7	1.37	0.21	no
Phoronida	-0.21	0.04	9	7	-0.67	0.53	no
Porifera	-0.77	0.59	9	7	-5.63	0.00	< 0.05
Total	-0.36	0.13	9	7	-1.22	0.26	no
Herbivorus	-0.29	0.09	9	7	-0.96	0.37	no
Omnivorus	-0.95	0.90	9	7	-27.98	0.00	< 0.05
Predator	0.10	0.01	9	7	0.31	0.76	no
Depositfeeder	-0.03	0.00	9	7	-0.09	0.93	no
Surface deposit feeder	-0.15	0.02	9	7	-0.47	0.65	no
Suspension feeder	-0.70	0.49	9	7	-4.16	0.00	< 0.05
Filter feeder	-0.28	0.08	9	7	-0.91	0.39	no
Unknown	-0.28	0.08	9	7	-0.91	0.39	no

I.1.D Organisatie niveau Phylum: Analyse Biomassa

Biomassa (g-m2)		JAAR												
Phylum	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Annelida	Omnivorus	2.85	4.35	5.01	3.78	3.06	3.72	6.15	4.21	3.76	3.35	2.27	2.39	
	Predator	0.00	0.02	0.02	0.11	0.10	0.02	0.19	0.06	0.06	0.08	0.15	0.17	
	Surface deposit feeder	0.17	0.08	0.15	0.10	0.16	0.28	0.45	0.14	0.14	0.20	0.14	0.30	
	Suspension feeder	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	
	Unknown	0.09	0.13	0.13	0.24	0.04	0.14	0.17	0.07	0.12	0.10	0.09	0.14	
	Depositfeeder	0.28	0.46	0.38	0.64	0.72	0.94	1.37	1.84	1.25	1.29	1.16	0.56	
	Herbivorus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Arthropoda	Omnivorus	7.44	1.34	2.60	2.02	2.15	2.06	1.20	3.09	0.78	1.23	1.34	4.70	
	Predator	0.07	0.01	0.00	0.03	0.00	0.01	0.13	0.01	0.00	0.00	0.01	0.10	
	Surface deposit feeder	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.17	0.00	0.01	0.02	0.02	0.08	
	Suspension feeder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Unknown	0.10	0.02	0.34	0.04	0.03	0.08	0.09	0.05	0.04	0.05	0.06	0.35	
Chordata	Surface deposit feeder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
	Suspension feeder	0.00	0.58	0.64	0.42	0.34	0.17	1.69	0.04	0.16	0.68	0.00	0.00	
	Unknown	0.02	0.13	0.00	0.03	0.07	0.14	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	
	Filter feeder	0.22	0.34	1.83	2.11	2.81	0.28	0.30	0.34	0.84	0.30	0.00	0.33	
Cnidaria	Suspension feeder	0.11	0.18	0.63	0.46	0.85	0.56	1.76	1.61	0.72	0.02	0.41	0.76	
	Unknown	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Echinodermata	Unknown	0.05	0.10	0.00	0.29	0.00	1.06	3.14	3.30	0.00	0.00	1.85	0.00	
Mollusca	Omnivorus	1.44	0.76	0.80	1.73	1.24	1.66	0.85	1.24	1.23	0.93	0.25	1.39	
	Predator	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	
	Surface deposit feeder	1.01	0.86	0.57	1.39	2.28	0.85	0.57	0.41	0.09	0.16	0.08	0.07	
	Suspension feeder	18.92	45.77	48.23	70.19	64.77	58.67	51.40	39.88	53.23	50.35	84.71	42.72	
	Unknown	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.01	0.00	0.01	
Nemertea	Predator	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Phoronida	Unknown	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Porifera	Suspension feeder	0.00	0.01	0.07	0.26	1.28	0.68	0.08	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	

Annelida	Alle typen (g-m2)	3.4	5.1	5.7	4.9	4.1	5.1	8.4	6.3	5.3	5.0	3.8	3.6
%		10.4%	9.2%	9.3%	5.8%	5.1%	7.2%	12.0%	11.2%	8.5%	8.6%	4.1%	6.6%
Arthropoda	Alle typen (g-m2)	7.6	1.4	3.0	2.1	2.2	2.2	1.6	3.2	0.8	1.3	1.4	5.2
%		23.3%	2.5%	4.8%	2.5%	2.8%	3.1%	2.3%	5.6%	1.3%	2.2%	1.6%	9.7%
Chordata	Alle typen (g-m2)	0.2	1.1	2.5	2.6	3.2	0.6	2.0	0.4	1.0	1.0	0.0	0.3
%		0.7%	1.9%	4.0%	3.0%	4.0%	0.8%	2.8%	0.7%	1.6%	1.7%	0.0%	0.6%
Cnidaria	Alle typen (g-m2)	0.1	0.2	0.6	0.5	0.9	0.6	1.8	1.6	0.7	0.0	0.4	0.8
%		0.2%	0.3%	1.1%	0.8%	1.5%	1.0%	3.2%	2.9%	1.3%	0.0%	0.8%	1.4%
Echinodermata	Alle typen (g-m2)	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	1.1	3.1	3.3	0.0	0.0	1.8	0.0
%		0.2%	0.2%	0.0%	0.3%	0.0%	1.5%	4.5%	5.9%	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%
Mollusca	Alle typen (g-m2)	21.4	47.4	49.6	73.3	68.3	61.2	52.8	41.5	54.7	51.5	85.0	44.2
%		65.1%	85.9%	80.8%	87.4%	85.4%	85.7%	75.7%	73.6%	87.3%	87.5%	91.9%	81.7%
Nemertea	Alle typen (g-m2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Phoronida	Alle typen (g-m2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Porifera	Alle typen (g-m2)	0.0	0.0	0.1	0.3	1.3	0.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
%		0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	1.6%	0.9%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total I.1.D Organisatie niveau Phyl Alle typen (g-m2)		32.8	55.2	61.4	83.9	80.0	71.4	69.8	56.5	62.7	58.8	92.6	54.1

Voedseltype (g-m2)														
Herbivorus		0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	
Omnivorus		11.74	6.44	5.01	3.78	3.06	3.72	6.15	4.21	3.76	3.35	2.27	8.48	
Predator		0.07	0.03	0.02	0.11	0.10	0.02	0.19	0.06	0.06	0.08	0.15	0.27	
Depositfeeder		0.28	0.46	0.38	0.64	0.72	0.94	1.37	1.84	1.25	1.29	1.16	0.56	
Surface deposit feeder		1.20	0.96	0.15	0.10	0.16	0.28	0.45	0.14	0.14	0.20	0.14	0.45	
Suspension feeder		19.04	46.57	49.57	71.33	67.26	60.10	54.98	41.68	54.15	51.06	85.14	43.48	
Filter feeder		0.22	0.34	1.83	2.11	2.81	0.28	0.30	0.34	0.84	0.30	-	0.33	
Unknown		0.24	0.26	0.47	0.57	0.07	1.27	3.40	3.42	0.33	0.16	2.00	0.49	

Voedseltype %														
Herbivorus		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Omnivorus		35.8%	11.7%	8.2%	4.5%	3.8%	5.2%	8.8%	7.5%	6.0%	5.7%	2.4%	15.7%	
Predator		0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.2%	0.5%	0.5%	
Depositfeeder		0.9%	0.8%	0.6%	0.8%	0.9%	1.3%	2.0%	3.3%	2.0%	2.2%	1.3%	1.0%	
Surface deposit feeder		3.7%	1.7%	0.2%	0.1%	0.2%	0.4%	0.6%	0.2%	0.2%	0.3%	0.2%	0.8%	
Suspension feeder		58.0%	84.4%	80.7%	85.0%	84.1%	84.2%	78.8%	73.8%	86.4%	86.8%	92.0%	80.4%	
Filter feeder		0.7%	0.6%	3.0%	2.5%	3.5%	0.4%	0.4%	0.6%	1.3%	0.5%	0.0%	0.6%	
Unknown		0.7%	0.5%	0.8%	0.7%	0.1%	1.8%	4.9%	6.1%	0.5%	0.3%	2.2%	0.9%	

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	< 0.05
Annelida	-0.05	0.00	10	8	0.15	0.89	no
Arthropoda	-0.38	0.14	10	8	1.16	0.28	no
Chordata	-0.60	0.36	10	8	2.10	0.07	no
Cnidaria	0.08	0.01	10	8	0.24	0.82	no
Echinodermata	0.36	0.13	10	8	1.10	0.30	no
Mollusca	0.23	0.05	10	8	0.68	0.52	no
Nemertea	0.53	0.28	10	8	1.75	0.12	no
Phoronida	-0.33	0.11	10	8	1.00	0.35	no
Porifera	-0.25	0.06	10	8	0.73	0.48	no
Total	0.20	0.04	10	8	0.58	0.58	no
Herbivorus	-0.61	0.37	10	8	2.17	0.06	no
Omnivorus	-0.60	0.36	10	8	2.13	0.07	no
Predator	0.42	0.17	10	8	1.29	0.23	no
Depositfeeder	0.78	0.61	10	8	3.54	0.01	< 0.05
Surface deposit feeder	-0.47	0.22	10	8	1.51	0.17	no
Suspension feeder	0.27	0.07	10	8	0.78	0.46	no
Filter feeder	-0.52	0.27	10	8	1.71	0.13	no
Unknown	0.34	0.12	10	8	1.03	0.33	no

I.2.a Mollusca: overzicht en veranderingen in dichtheden

Dichtheid (N-m-2)		JAAR																		
Klasse	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gem	StDev	C.v	%	Rang	r	p	< 0.05
Bivalvia	<i>Abra</i>	SDF	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	0.01	28	-0.14	0.68	no
	<i>Abra alba</i>	SDF	21	0	0	1	2	0	0	2	1	2	3	6	228	0.22	14	-0.48	0.12	no
	<i>Abra nitida</i>	SDF	0	0	0	0	1	1	4	8	18	21	5	8	151	0.42	8	0.85	0.00	< 0.05
	<i>Abra tenuis</i>	SDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	0.00	32	-0.29	0.37	no
	<i>Bivalvia</i>	U	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0.03	21	-0.75	0.01	< 0.05
	<i>Cerastoderma</i>	SF	20	1	3	2	3	2	1	4	1	0	4	6	162	0.29	12	-0.53	0.08	no
	<i>Cerastoderma edule</i>	SF	3	5	1	2	1	2	1	1	1	0	2	1	70	0.15	16	-0.81	0.00	< 0.05
	<i>Cerastoderma lamarcki</i>	SF	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0.03	20	-0.87	0.00	< 0.05
	<i>Corbula gibba</i>	SDF	18	28	13	4	26	35	48	62	12	91	34	27	79	2.67	3	0.64	0.03	< 0.05
	<i>Crassostrea</i>	SF	0	1	0	0	0	0	0	2	4	1	1	1	166	0.06	18	0.48	0.12	no
	<i>Ensis</i>	SF	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	167	0.03	23	-0.21	0.51	no
	<i>Ensis directus</i>	SF	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	113	0.03	22	0.57	0.06	no
	<i>Macoma balthica</i>	SDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	0.01	29	-0.26	0.41	no
	<i>Montacuta ferruginosa</i>	SF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	0.00	33	-0.52	0.09	no
	<i>Mya arenaria</i>	SF	3	2	1	1	5	9	3	7	8	2	4	3	74	0.33	10	0.48	0.13	no
	<i>Mysella bidentata</i>	SF	284	267	126	73	88	96	82	110	47	23	120	87	73	9.46	2	-0.83	0.00	< 0.05
	<i>Mytilus edulis</i>	SF	13	5	6	4	5	1	1	1	1	1	4	4	103	0.29	11	-0.87	0.00	< 0.05
	<i>Ostrea edulis</i>	SF	5	9	2	4	3	2	1	1	0	1	3	2	88	0.22	13	-0.78	0.00	< 0.05
	<i>Ostreidae</i>	SF	0	1	1	0	0	0	4	14	0	0	2	4	226	0.15	15	0.32	0.32	no
	<i>Petricola pholadiformis</i>	SF	1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	91	0.06	17	0.51	0.10	no
<i>Scrobicularia plana</i>	SDF	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	0.02	25	0.05	0.88	no	
<i>Spisula subtruncata</i>	SF	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	0.01	26	-0.40	0.21	no	
<i>Tellina fabula</i>	SDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	215	0.00	31	-0.47	0.13	no	
<i>Tellina tenuis</i>	SDF	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	0.01	27	-0.52	0.09	no	
<i>Venerupis pullastra</i>	SF	6	8	7	9	8	4	3	7	7	20	8	5	59	0.63	7	0.40	0.20	no	
Gastropoda	<i>Crepidula fornicata</i>	SF	385	258	373	7223	322	573	263	336	170	233	1014	2185	215	80.25	1	-0.19	0.55	no
	<i>Hydrobia ulvae</i>	SDF	153	95	31	5	6	20	4	2	3	4	32	51	159	2.56	4	-0.76	0.01	< 0.05
	<i>Hydrobia ventrosa</i>	SDF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	316	0.00	33	-0.52	0.09	no
	<i>Littorina littorea</i>	SDF	6	14	8	7	3	2	1	0	0	0	4	4	107	0.33	9	-0.83	0.00	< 0.05
	<i>Nassarius reticulatus</i>	O	12	9	15	9	10	5	8	7	7	2	8	4	43	0.66	6	-0.77	0.00	< 0.05
	NUDIBRANCHIA	P	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	84	0.04	19	-0.03	0.93	no
	<i>Retusa alba</i>	U	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	138	0.02	24	-0.60	0.04	< 0.05
Polyplacophora	<i>Lepidochitona cinerea</i>	SDF	17	15	34	9	9	14	5	13	6	4	13	9	68	1.00	5	-0.61	0.04	< 0.05
Tellinacea	TELLINACEA	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	236	0.01	29	0.40	0.20	no

I.2.b. Mollusca: overzicht van veranderingen in biomassa

Biomassa (g-m-2)		JAAR											Gem	StDev	C.v	%	Rang	r	p	< 005
Klasse	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000								
Bivalvia	<i>Abra</i>	SDF	-	-	0.000	-	-	-	-	0.000	-	-	0.00	0.00	302	0.00	32	-0.28	0.39	no
	<i>Abra alba</i>	SDF	0.005	0.001	0.000	0.002	0.005	-	-	0.000	0.000	0.007	0.00	0.00	122	0.01	21	-0.03	0.93	no
	<i>Abra nitida</i>	SDF	-	-	-	-	0.000	0.002	0.003	0.004	0.001	0.005	0.00	0.00	120	0.01	22	0.84	0.00	< 0.05
	<i>Abra tenuis</i>	SDF	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	31	-0.29	0.37	no
	<i>Bivalvia</i>	U	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	0.086	0.005	-	0.01	0.03	281	0.03	18	0.29	0.37	no
	<i>Cerastoderma</i>	SF	0.001	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	258	0.00	23	-0.21	0.51	no
	<i>Cerastoderma edule</i>	SF	1.390	2.124	0.883	0.547	0.290	0.000	0.004	0.075	0.000	0.052	0.54	0.73	135	1.83	6	-0.83	0.00	< 0.05
	<i>Cerastoderma lamarcki</i>	SF	0.265	0.119	0.175	0.003	0.000	0.100	-	-	-	-	0.07	0.09	143	0.23	11	-0.77	0.00	< 0.05
	<i>Corbula gibba</i>	SDF	0.015	0.018	0.003	0.011	0.009	0.016	0.052	0.033	0.009	0.008	0.02	0.01	83	0.06	16	0.20	0.55	no
	<i>Crassostrea</i>	SF	0.000	0.653	-	0.141	-	-	-	0.826	1.997	14.455	1.81	4.49	248	6.17	2	0.59	0.05	no
	<i>Ensis</i>	SF	0.120	-	-	0.080	-	-	0.344	0.000	-	-	0.05	0.11	203	0.19	12	-0.05	0.88	no
	<i>Ensis directus</i>	SF	-	-	-	0.726	0.081	0.631	0.351	1.535	-	0.929	0.43	0.52	123	1.45	8	0.54	0.08	no
	<i>Macoma balthica</i>	SDF	-	0.000	-	-	-	0.000	-	-	-	-	0.00	0.00	229	0.00	30	-0.41	0.19	no
	<i>Montacuta ferruginosa</i>	SF	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	29	-0.52	0.09	no
	<i>Mya arenaria</i>	SF	1.101	0.116	0.000	0.701	0.053	0.829	0.238	0.001	0.000	0.000	0.30	0.41	136	1.04	10	-0.50	0.10	no
	<i>Mysella bidentata</i>	SF	0.022	0.014	0.036	0.026	0.023	0.028	0.030	0.030	0.015	0.006	0.02	0.01	39	0.08	14	-0.30	0.34	no
	<i>Mytilus edulis</i>	SF	6.118	2.257	2.740	1.821	2.450	0.441	0.321	0.290	0.000	0.000	1.64	1.91	116	5.62	4	-0.86	0.00	< 0.05
	<i>Ostrea edulis</i>	SF	0.970	1.357	0.980	0.126	0.981	0.418	0.299	0.029	0.635	0.197	0.60	0.45	75	2.05	5	-0.68	0.02	< 0.05
	<i>Ostreidae</i>	SF	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000	0.334	-	0.000	0.03	0.11	316	0.11	13	0.29	0.37	no
	<i>Petricola pholadiformis</i>	SF	0.161	-	-	0.000	0.021	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02	0.05	274	0.06	15	-0.53	0.08	no
<i>Scrobicularia plana</i>	SDF	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.00	0.00	266	0.00	25	-0.43	0.17	no	
<i>Spisula subtruncata</i>	SF	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.00	0.00	316	0.00	24	-0.52	0.09	no	
<i>Tellina fabula</i>	SDF	0.000	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	285	0.00	28	-0.54	0.07	no	
<i>Tellina tenuis</i>	SDF	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	27	-0.52	0.09	no	
<i>Venerupis pullastra</i>	SF	1.452	2.274	1.960	1.165	1.986	1.980	0.858	1.948	2.027	2.259	1.79	0.47	26	6.12	3	0.18	0.59	no	
Gastropoda	<i>Crepidula fornicata</i>	SF	11.286	15.199	28.321	27.037	23.451	21.269	17.497	21.546	20.502	24.457	21.06	5.26	25	71.94	1	0.32	0.32	no
	<i>Hydrobia ulvae</i>	SDF	0.016	0.011	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.00	0.01	147	0.01	19	-0.77	0.01	< 0.05
	<i>Hydrobia ventrosa</i>	SDF	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	316	0.00	34	-0.52	0.09	no
	<i>Littorina littorea</i>	SDF	0.372	0.254	0.661	1.120	0.392	0.246	0.146	-	0.054	0.013	0.33	0.34	106	1.11	9	-0.59	0.05	no
	<i>Nassarius reticulatus</i>	O	0.379	0.399	0.863	0.619	0.829	0.426	0.618	0.615	0.466	0.123	0.53	0.22	42	1.82	7	-0.29	0.37	no
	NUDIBRANCHIA	P	0.000	0.003	0.007	0.005	-	0.000	0.000	0.007	0.003	-	0.00	0.00	117	0.01	20	-0.12	0.71	no
<i>Retusa alba</i>	U	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	-	-	-	0.00	0.00	169	0.00	26	-0.68	0.02	< 0.05	
Polyplacophora	<i>Lepidochitona cinerea</i>	SDF	0.018	0.003	0.024	0.009	0.016	0.017	0.005	0.007	0.013	0.01	0.01	60	0.04	17	-0.37	0.24	no	
Tellinacea	TELLINACEA	U	-	-	0.000	-	-	-	-	-	0.000	0.00	0.00	248	0.00	32	0.43	0.17	no	

I.2.c Phylum Mollusca: analyse van veranderingen in dichtheden (bovenste gedeelte) en biomassa (onderste gedeelte) op het niveau van klassen en type voedselvergarig

Dichtheid (N-m2)		JAAR											
Klasse	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Bivalvia	Surface deposit feeder	6.	41.	29.	14.	5.	29.	35.	52.	72.	30.	115.	138.
	Suspension feeder	274.	338.	297.	147.	100.	115.	118.	97.	150.	71.	51.	26.
	Unknown	-	1.	1.	1.	.	.	.	.	.	.	.	2.
Gastropoda	Omnivorus	13.	12.	9.	15.	9.	10.	5.	8.	7.	7.	2.	9.
	Predator	1.	.	1.	1.	1.	.	.	1.	1.	.	.	.
	Surface deposit feeder	156.	159.	109.	39.	12.	10.	22.	5.	2.	3.	4.	1.
	Suspension feeder	397.	385.	258.	373.	7223.	322.	573.	263.	336.	170.	233.	94.
	Unknown	-	.	1.	.	.	1.	.	.	.	.	.	1.
Polyplacophora	Surface deposit feeder	26.	17.	15.	34.	9.	9.	14.	5.	13.	6.	4.	3.
Tellinacea	Unknown	-	-	-	.	-	-	-	-	-	-	1.	-
Bivalvia	Alle typen (N-m2)		381.	327.	162.		144.	154.	149.	222.	101.	167.	
%			39.9%	45.4%	26.0%		29.1%	20.0%	34.6%	38.2%	35.2%	40.6%	
Gastropa	Alle typen (N-m2)		557.	378.	428.		342.	601.	277.	346.	180.	239.	
%			58.3%	52.5%	68.5%		69.1%	78.1%	64.2%	59.5%	62.7%	58.2%	
Others	Alle typen (N-m2)		17.	15.	34.		9.	14.	5.	13.	6.	5.	
%			1.8%	2.1%	5.5%		1.8%	1.9%	1.2%	2.3%	2.1%	1.2%	
Total Mollusca	Alle typen (N-m2)		955	720	625		495	769	432	581	288	410	
Mollusca (N-m2)	Omnivorus		12	9	15		10	5	8	7	7	2	
	Surface deposit feeder		218	153	87		47	72	62	87	39	124	
	Suspension feeder		724	555	521		438	692	360	486	241	284	
	Unknown		1	2	1		1	0	0	0	0	1	

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	< 0.05
Molluscen	-0.80	0.64	9	7	-3.97	0.005	< 0.05
Bivalven	-0.71	0.51	9	7	-3.04	0.019	< 0.05
Gastropoden	-0.67	0.44	9	7	-2.68	0.032	< 0.05
Omnivorus	-0.78	0.61	9	7	-3.74	0.007	< 0.05
Surface deposit feeder	-0.60	0.35	9	7	-2.22	0.062	no
Suspension feeder	-0.76	0.58	9	7	-3.52	0.010	< 0.05
Unknown	-0.81	0.66	9	7	-4.19	0.004	< 0.05

Biomassa (g-m2)		JAAR											
Klasse	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Bivalvia	Surface deposit feeder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Suspension feeder	5.2	11.6	8.9	6.8	5.3	5.9	4.4	2.4	5.1	4.7	17.9	2.7
	Unknown	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Gastropoda	Omnivorus	0.7	0.4	0.4	0.9	0.6	0.8	0.4	0.6	0.6	0.5	0.1	0.7
	Predator	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Surface deposit feeder	0.5	0.4	0.3	0.7	1.1	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
	Suspension feeder	4.3	11.3	15.2	28.3	27.0	23.5	21.3	17.5	21.5	20.5	24.5	18.7
	Unknown	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Polyplacophora	Surface deposit feeder	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tellinacea	Unknown	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bivalvia	Alle typen (g-m2)		11.6	8.9	6.8	5.4	5.9	4.4	2.5	5.2	4.7	17.9	
%			49.1%	36.0%	18.5%	15.7%	19.3%	16.8%	12.0%	19.0%	18.2%	42.1%	
Gastropa	Alle typen (g-m2)		12.1	15.9	29.9	28.8	24.7	21.9	18.3	22.2	21.0	24.6	
%			50.9%	64.0%	81.4%	84.3%	80.7%	83.1%	87.9%	81.0%	81.7%	57.8%	
Others	Alle typen (g-m2)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
%			0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	
Total Mollusca	Alle typen (g-m2)		23.7	24.8	36.7	34.2	30.6	26.4	20.8	27.4	25.7	42.5	
Mollusca (g-m2)	Omnivorus		0.38	0.40	0.86	0.62	0.83	0.43	0.62	0.61	0.47	0.12	
	Surface deposit feeder		0.43	0.29	0.69	1.14	0.42	0.28	0.21	0.04	0.08	0.04	
	Suspension feeder		22.89	24.11	35.09	32.38	29.34	25.70	19.94	26.61	25.18	42.36	
	Unknown		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	< 0.05
Molluscen	0.23	0.05	10	8	0.76	0.470	no
Bivalven	0.04	0.00	10	8	0.12	0.911	no
Gastropoden	0.25	0.06	10	8	0.83	0.430	no
Omnivorus	-0.29	0.08	10	8	-0.95	0.370	no
Surface deposit feeder	-0.60	0.36	10	8	-2.37	0.045	< 0.05
Suspension feeder	0.27	0.08	10	8	0.90	0.394	no
Unknown	0.29	0.08	10	8	0.94	0.374	no

I.3.a. Annelida: overzicht van veranderingen in aantallen

Klasse	Orde	Soort	VTC	JAAR																	Gem	StDev	C.v	%	Rang	r	p	<0.05
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000															
Polychaeta	?	POLYCHAETA	U	1	-	0	0	-	0	0	-	-	-	-	-	0	0	98	0.01	57-0.37	0.246	no						
	Capitellida	Arenicola marina	D	0	1	6	15	2	5	4	6	8	14					5	80	0.37	0.52	0.093	no					
		Capitella capitata	D	440	144	135	243	248	271	96	154	131	132					199	04	52	12.03	-0.56	0.063	no				
		Capitellidae	D	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-					0	0	211	0.00	77-0.26	0.417	no				
		Heteromastus filiformis	D	51	84	67	60	43	87	239	274	210	33					115	90	78	6.97	5.048	0.125	no				
		Notomastus latericeus	D	-	1	2	0	0	-	-	-	-	-					0	1	198	0.02	51-0.45	0.154	no				
		Aricidea minuta	U	0	0	5	-	2	0	1	-	-	-					1	1	188	0.05	39-0.33	0.294	no				
		Cirratulidae	U	-	0	-	0	-	-	-	-	-	-					0	0	211	0.00	70-0.44	0.165	no				
		Cirratulus cirratus	U	0	-	-	1	-	-	-	-	-	-					0	0	215	0.01	68-0.47	0.132	no				
		Dodecaera concharum	U	-	-	-	1	1	6	1	1	4	6					0	2	125	0.12	0.66	0.024	<0.05				
		Paraonidae	SDF	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-					0	0	316	0.00	78.0.17	0.591	no				
		Tharyx marioni	SDF	84	187	94	171	263	243	91	49	112	30					132	80	60	8.02	4-0.34	0.280	no				
		Cossura	U	5	0	0	1	1	-	-	-	-	-					1	2	234	0.04	-0.60	0.046	<0.05				
		Cossura longocirrata	U	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-					0	0	316	0.00	78.0.41	0.197	no				
		Cossura pygocdactylata	U	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-					0	1	230	0.01	0.57	0.059	no				
		Flabelligera affinis	SDF	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-					0	0	215	0.00	0.67	0.022	<0.05				
		Magelona papillicornis	SDF	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0					0	0	213	0.00	73.0.48	0.123	no				
		Ophelia rathkei	D	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-					0	1	316	0.01	-0.52	0.089	no				
		Scalibregma inflatum	D	4	19	0	0	-	-	-	-	-	-					2	6	258	0.14	-0.51	0.095	no				
		Scoloplos armiger	D	22	27	21	49	11	28	33	15	24	27					26	10	41	1.55	11-0.07	0.829	no				
		Owenia formis	SDF	1	-	-	-	1	-	0	-	-	-					0	0	172	0.01	62-0.34	0.279	no				
		Anatides	P	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-					0	0	213	0.00	0.53	0.085	no				
		Anatides mucosa	P	1	1	2	1	1	0	0	2	1	-					1	0	239	0.00	61-0.50	0.421	no				
		Autolytus	P	0	0	-	0	-	-	0	-	-	-					0	0	137	0.01	65-0.38	0.233	no				
		Autolytus brachycephalus	P	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-					0	0	211	0.01	66-0.44	0.165	no				
		Autolytus langerhansii	P	-	-	3	-	-	-	-	-	1	1					0	1	202	0.03	44.0.09	0.775	no				
		Autolytus prolifera	P	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-					0	0	316	0.00	78-0.06	0.859	no				
		Eteone	P	0	0	1	1	7	11	2	1	1	0					3	4	148	0.15	29.0.04	0.891	no				
		Eteone flava	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1					0	0	316	0.01	0.52	0.089	no				
		Eulalia viridis	P	1	2	7	1	1	1	0	-	1	-					2	148	0.08	37-0.46	0.141	no					
		Eumida	P	-	-	1	-	-	1	-	1	1	0					0	0	131	0.02	49.0.16	0.619	no				
		Eumida sanguinea	P	0	1	1	0	-	0	-	-	-	-					0	0	161	0.02	-0.63	0.035	<0.05				
		Exogone naidina	U	88	85	94	85	143	64	37	68	15	6					69	41	59	4.16	-0.71	0.012	<0.05				
		Gattyana cirrosa	P	-	-	0	1	-	-	-	-	-	1					0	0	179	0.01	59.0.07	0.834	no				
		Harmothoe	P	-	2	27	-	-	44	-	1	0	2					8	15	200	0.47	19-0.09	0.776	no				
		Harmothoe imbricata	P	2	1	23	21	0	70	25	37	6	37					22	22	98	1.34	12.0.43	0.176	no				
		Harmothoe impar	P	26	1	-	0	-	1	0	0	0	1					0	8	278	0.18	28-0.52	0.092	no				
		Harmothoe lunulata	P	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-					0	0	316	0.00	-0.52	0.089	no				
		Hesionidae	U	0	0	4	-	-	-	-	-	-	-					0	1	286	0.03	45-0.38	0.235	no				
		Kefersteinia cirrata	U	2	10	13	4	9	4	1	2	5	1					5	4	84	0.30	23-0.53	0.083	no				
		Lepidonotus squamatus	P	-	-	0	1	1	-	-	-	0	1					0	0	149	0.02	52.0.12	0.718	no				
		Microphthalmus	?	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-					0	0	211	0.00	70.0.52	0.089	no				
		Microphthalmus aberrans	?	0	0	-	-	0	1	0	-	-	-					0	0	127	0.00	61-0.50	0.421	no				
		Microphthalmus szcelkowi	?	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-					0	0	316	0.00	-0.52	0.089	no				
		Microphthalmus similis	?	0	-	-	-	-	0	0	0	1	0					0	0	316	0.00	-0.52	0.089	no				
		Nephtys	O	-	1	0	-	-	0	0	0	1	0					0	0	116	0.02	50.0.47	0.134	no				
		Nephtys caeca	O	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-					0	0	211	0.00	70.0.35	0.274	no				
		Nephtys hombergii	O	11	18	18	8	10	9	9	6	11	7					11	4	38	0.66	-0.62	0.038	<0.05				
		Nereis	D	0	0	0	1	10	2	1	0	1	5					2	3	150	0.12	33.0.20	0.547	no				
		Nereis diversicolor	O	8	3	0	2	8	4	3	9	0	2					0	3	86	0.24	28-0.16	0.631	no				
		Nereis longissima	D	0	-	1	-	-	-	-	-	-	0					0	0	183	0.01	67-0.20	0.538	no				
		Nereis succinea	D	0	2	1	37	22	25	24	27	26	29					19	13	68	1.18	0.72	0.011	<0.05				
		Nereis virens	O	22	14	9	7	6	9	9	8	8	3					10	9	96	0.98	-0.75	0.008	<0.05				
		Pholoe minuta	P	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-					0	0	316	0.00	78.0.00	0.859	no				
		Phyllodoceinae	P	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-					0	0	316	0.00	78-0.41	0.197	no				
		Platynereis dumerilii	SDF	29	79	83	40	29	71	61	56	122	84					65	29	44	3.97	7.0.49	0.112	no				
		Procerasema cornuta	U	-	-	1	0	0	-	-	-	-	1					0	0	145	0.01	56.0.19	0.549	no				
		Sthenelais boa	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0					0	0	316	0.00	0.52	0.089	no				
		Syllidae	U	-	-	35	21	32	-	1	0	3	3					0	0	213	0.00	73.0.00	0.910	no				
		Syllia armata	U	-	-	1	-	-	1	3	5	17	35					11	14	132	0.64	16-0.40	0.207	no				
		Syllis gracilis	U	-	-	1	-	-	1	3	5	17	35					6	11	183	0.38	0.75	0.007	<0.05				
		Boccardiella ligerica	U	-	-	0	0	1	5	1	5	3	5					2	2	113	0.13	0.80	0.003	<0.05				
		Malacoceros	SDF	-	1	-	0	-	-	35	18	20	8					8	12	148	0.49	0.60	0.046	<0.05				
		Malacoceros fuliginosus	SDF	16	8	2	4	16	2	1	5	11	10					8	6	76	0.46	20-0.14	0.656	no				
		Malacoceros tetracerus	SDF	-	-	-	-	-	32	6	-	-	1					4	0	283	0.23	27.0.10	0.763</					

1.3.b. Annelida: overzicht van veranderingen in biomassa

Biomassa (g-m ⁻²)			JAAR												Gem	StDev	C.v	% Rang	r	p	< 0.05	
Klasse	Orde	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000									
Polychaeta	?	POLYCHAETA	U	0.00	-	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.000	0.000	255	0	59	0.02	0.962	no	
	Capitellida	Arenicola marina	D	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.02	0.03	0.06	0.01	0.28	0.052	0.084	162	2	7	0.61	0.041	< 0.05	
		Capitella capitata	D	0.07	0.03	0.08	0.04	0.08	0.19	0.02	0.04	0.06	0.02	0.001	0.049	80	2	4	-0.16	0.628	no	
		Capitellidae	D	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-	0.000	0.000	250	0	74	-0.30	0.343	no	
		Heteromastus filiformis	D	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.06	0.07	0.06	0.01	0.039	0.020	51	1	9	0.21	0.523	no	
	Cirratulida	Notonastus latericeus	D	-	0.01	0.09	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0.012	0.027	215	0	15	-0.39	0.212	no	
		Aricidea minuta	U	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.000	0.000	162	0	60	-0.32	0.314	no	
		Cirratulidae	U	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	256	0	70	-0.45	0.153	no	
		Cirratulus cirratus	U	0.00	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	272	0	57	-0.26	0.423	no	
		Dodecaceria concharum	U	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.001	158	0	48	0.57	0.057	no	
		Paraonidae	SDF	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.000	0.000	316	0	83	0.17	0.591	no	
	Cossurida	Tharyx marioni	SDF	0.01	0.03	0.00	0.01	0.04	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.013	0.011	85	0	14	-0.33	0.295	no	
		Cossura	U	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	0.000	0.000	192	0	67	-0.63	0.033	< 0.05	
		Cossura longocirrata	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.000	316	0	87	0.41	0.197	no		
	Flabelligerida	Cossura pygodactylata	U	0.00	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	229	0	77	-0.39	0.219	no	
		Flabelligera affinis	SDF	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	313	0	55	-0.41	0.192	no	
	Magelonida	Magelona papillicornis	SDF	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.000	0.000	218	0	69	0.34	0.285	no		
	Opheliida	Ophelia rathkei	D	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	64	-0.52	0.089	no	
		Scalibregma inflatum	D	0.02	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	0.002	0.005	277	0	26	-0.58	0.055	no	
	Orbinida	Scoloplos armiger	D	0.05	0.05	0.07	0.03	0.02	0.06	0.11	0.03	0.04	0.06	0.053	0.026	50	2	6	-0.02	0.944	no	
	Oweniida	Owenia fusiformis	SDF	0.00	-	-	-	0.00	-	0.00	-	-	-	0.000	0.000	172	0	79	-0.30	0.349	no	
	Phyllodocta	Anatides	P	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	0.000	0.000	238	0	62	0.50	0.108	no
		Anatides mucosa	P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.001	0.001	103	0	34	0.00	0.995	no	
		Autolytus	P	0.00	0.00	-	0.00	-	-	-	0.00	-	-	0.000	0.000	189	0	73	-0.04	0.904	no	
		Autolytus brachycephalus	P	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	242	0	75	-0.46	0.144	no	
		Autolytus langerhansii	P	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.00	0.000	0.000	185	0	63	0.23	0.471	no	
		Autolytus prolifera	P	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	84	-0.06	0.859	no	
		Eteone	P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.001	123	0	43	0.15	0.638	no	
		Eteone flava	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	58	0.52	0.089	no	
		Eulalia viridis	P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	123	0	31	0.02	0.957	no	
		Eumida	P	-	-	0.00	-	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	162	0	54	0.00	0.988	no	
		Eumida sanguinea	P	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	-	-	-	-	0.001	0.001	213	0	39	-0.11	0.724	no	
		Exogone naidina	U	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.012	168	0	33	-0.56	0.067	no	
		Gattyana cirrosa	P	-	-	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	0.000	0.001	191	0	45	0.02	0.957	no	
		Harmothoe	P	-	0.00	0.01	-	-	0.01	-	0.00	0.00	0.00	0.000	0.004	198	0	25	-0.13	0.698	no	
		Harmothoe imbricata	P	0.00	0.01	0.03	0.04	0.00	0.07	0.03	0.02	0.02	0.05	0.028	0.023	82	1	10	0.48	0.121	no	
		Harmothoe impar	P	0.00	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.001	206	0	44	-0.50	0.106	no	
		Harmothoe lunulata	P	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	58	-0.52	0.089	no	
		Hesionidae	U	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.001	248	0	53	-0.42	0.184	no	
		Kefersteinia cirrata	U	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.004	0.004	92	0	22	-0.15	0.643	no	
		Lepidonotus squamatus	P	-	-	0.01	0.01	0.00	-	-	-	-	0.01	0.02	0.005	0.006	124	0	20	0.40	0.206	no
		Microphthalmus	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.000	0.000	287	0	62	0.33	0.299	no
		Microphthalmus aberrans	?	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	-	0.000	0.000	139	0	72	-0.65	0.028	< 0.05	
		Microphthalmus szcelkowi	?	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	85	-0.52	0.089	no	
		Microphthalmus similis	?	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	85	-0.52	0.089	no	
		Nephtys	O	-	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.001	208	0	51	0.49	0.111	no	
		Nephtys caeca	O	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.01	-	-	0.001	0.004	278	0	29	0.42	0.186	no
		Nephtys hombergii	O	0.13	0.12	0.14	0.13	0.25	0.18	0.25	0.19	0.19	0.18	0.176	0.048	27	7	3	0.59	0.049	< 0.05	
		Nereis	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.001	133	0	47	0.16	0.611	no	
		Nereis diversicolor	O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.012	0.014	116	0	16	0.04	0.899	no	
		Nereis longissima	D	0.00	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.003	295	0	38	-0.28	0.379	no	
		Nereis succinea	D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.12	0.05	0.09	0.09	0.059	0.059	101	2	5	0.62	0.036	< 0.05	
		Nereis virens	O	2.02	2.39	1.75	1.40	1.61	2.86	1.81	1.67	1.46	0.95	1.793	0.334	30	67	1	-0.48	0.121	no	
		Phloe minuta	P	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	65	0.06	0.859	no	
		Phyllodoctinae	P	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	76	-0.41	0.197	no	
		Platynereis dumerilii	SDF	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04	0.05	0.026	0.016	61	1	11	0.71	0.012	< 0.05	
		Proceraea comuta	U	-	-	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	0.000	0.001	316	0	50	0.52	0.089	no	
		Sthenelais boa	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.001	316	0	50	0.52	0.089	no	
		Syllidae	U	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00	-	0.000	0.000	213	0	81	0.04	0.910	no	
		Syllida armata	U	-	0.00	0.01	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.002	151	0	32	-0.29	0.359	no	
		Syllis gracilis		U	-	-	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.001	211	0	62	0.68	0.015	< 0.05
	Spionida	Boccardiella ligerica	U	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.002	126	0	28	0.85	0.001	< 0.05		
		Malacoceeros	SDF	-	0.00	-	0.00	-	-	0.01	0.01	0.01	0.000	0.003	0.004	140	0	23	0.72	0.012	< 0.05	
		Malacoceeros fuliginosus	SDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.002	0.002	103	0	27	-0.45	0.152	no	
		Malacoceeros tetracerus	SDF	-	-	-	-	-	0.00	0.00	-	0.00	0.000	0.001	0.001	225	0	41	0.14	0.659	no	
		Polydora	SDF	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	0.003	251	0	35	0.03	0.917	no	
		Polydora caeca	SDF	-	-	-																

I.3.c Phylum Annelida: analyse van veranderingen in dichtheden (bovenste gedeelte) en biomassa (onderste gedeelte) op het niveau van klassen en voedselvergarings

Klasse	Voedsel Type	JAAR											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Polychaeta	Omnivorus	33	41	36	28	16	25	23	22	24	21	12	15
	Predator	1	30	8	63	30	10	129	28	42	11	44	68
	Surface deposit feeder	225	307	436	448	895	568	1175	332	282	373	199	274
	Suspension feeder	62	77	21	16	111	39	91	47	38	51	44	6
	Unknown	88	99	107	154	114	188	80	47	96	63	70	127
	Depositfeeder	104	521	281	238	414	341	435	408	486	408	244	387
Herbivorus	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Unknown	556	721	530	619	359	541	826	501	571	416	417	667
Terebellomorpha	Unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Polychaeta	Alle typen (N-m2)	1076	889	946	1581	1171	1935	884	969	926	613		
%		59.9%	62.7%	60.5%	81.5%	68.4%	70.1%	63.8%	62.9%	69.0%	59.4%		
Oligochaeta	Alle typen (N-m2)	721	530	619	359	541	826	501	571	416	417		
%		40.1%	37.3%	39.5%	18.5%	31.6%	29.9%	36.2%	37.1%	31.0%	40.5%		
Terebellomorpha	Alle typen (N-m2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%		
Annelida	Alle typen (N-m2)	1797	1420	1565	1940	1712	2761	1385	1540	1343	1031		

Annelida	Suspension feeder	77.	21.	16.	111.	39.	91.	47.	38.	51.	44.		
	Surface deposit feeder	307.	436.	448.	895.	568.	1175.	332.	282.	373.	199.		
	Depositfeeder	521.	281.	238.	414.	341.	435.	408.	486.	408.	244.		
	Omnivorus	41.	36.	28.	16.	25.	23.	22.	24.	21.	12.		
	Herbivorus	1.	.	.	.	.	1.	.	.	.	.
	Predator	30.	8.	63.	30.	10.	129.	28.	42.	11.	44.		
	Unknown	820.	637.	773.	473.	729.	907.	548.	667.	479.	488.		

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	<0.05
Polychaeta	-0.32	0.10	10	8	-0.96	0.37	no
Oligochaeta	-0.24	0.06	10	8	-0.71	0.50	no
Terebellomorpha	-0.39	0.15	10	8	-1.20	0.26	no
Suspension feeder	-0.08	0.01	10	8	-0.21	0.84	no
Surface deposit feeder	-0.20	0.04	10	8	-0.57	0.58	no
Omnivorus	-0.79	0.62	10	8	-3.62	0.01	< 0.05
Herbivorus	-0.19	0.04	10	8	-0.56	0.59	no
Predator	0.08	0.01	10	8	0.22	0.83	no
Unknown	-0.50	0.25	10	8	-1.65	0.14	no

Klasse	Voedsel Type	JAAR											
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Polychaeta	Omnivorus	1.43	2.17	2.51	1.89	1.53	1.86	3.08	2.10	1.88	1.68	1.13	1.20
	Predator	0.00	0.01	0.01	0.06	0.05	0.01	0.09	0.03	0.03	0.04	0.08	0.08
	Surface deposit feeder	0.09	0.04	0.07	0.05	0.08	0.14	0.22	0.07	0.07	0.10	0.07	0.15
	Suspension feeder	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Unknown	0.01	0.00	0.02	0.07	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
	Depositfeeder	0.14	0.23	0.19	0.32	0.36	0.47	0.68	0.92	0.63	0.64	0.58	0.28
Herbivorus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Oligochaeta	Unknown	0.04	0.06	0.05	0.05	0.02	0.05	0.07	0.03	0.05	0.03	0.03	0.06
Terebellomorpha	Unknown	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Polychaeta	Alle typen (g-m2)	2.5	2.8	2.4	2.0	2.5	4.1	3.1	2.6	2.5	1.9		
%		97.5%	98.2%	97.9%	99.1%	97.7%	98.3%	98.9%	98.2%	98.7%	98.4%		
Oligochaeta	Alle typen (g-m2)	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0		
%		2.5%	1.8%	2.1%	0.9%	2.0%	1.7%	1.1%	1.8%	1.3%	1.6%		
Terebellomorpha	Alle typen (g-m2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		
Annelida	Alle typen (g-m2)	2.5	2.8	2.4	2.1	2.6	4.2	3.2	2.7	2.5	1.9		

Annelida	Suspension feeder	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Surface deposit feeder	0.04	0.07	0.05	0.08	0.14	0.22	0.07	0.07	0.10	0.07		
	Depositfeeder	0.23	0.19	0.32	0.36	0.47	0.68	0.92	0.63	0.64	0.58		
	Omnivorus	2.17	2.51	1.89	1.53	1.86	3.08	2.10	1.88	1.68	1.13		
	Herbivorus	0.00	0.00	.	.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	Predator	0.01	0.01	0.06	0.05	0.01	0.09	0.03	0.03	0.04	0.08		
	Unknown	0.07	0.07	0.12	0.02	0.07	0.08	0.04	0.06	0.05	0.04		

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	< 0.05
Polychaeta	-0.05	0.00	10	8	-0.16	0.87	no
Oligochaeta	-0.04	0.00	10	8	-0.13	0.90	no
Terebellomorpha	-0.42	0.18	10	8	-1.47	0.18	no
Suspension feeder	0.00	0.00	10	8	-0.01	0.99	no
Surface deposit feeder	0.20	0.04	10	8	0.64	0.54	no
Depositfeeder	0.78	0.61	10	8	3.95	0.00	< 0.05
Omnivorus	-0.42	0.18	10	8	-1.48	0.18	no
Herbivorus	-0.61	0.37	10	8	-2.42	0.04	< 0.05
Predator	0.44	0.19	10	8	1.55	0.16	no
Unknown	-0.37	0.14	10	8	-1.27	0.24	no

I.4.a Klasse Arthropoda: overzicht van veranderingen in dichtheden

Dichtheid (N·m ²)			JAAR												Gem	StDev	C.v	%	Rang	p	< 0.05	
Klasse	Orde	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000									
Crustacea	Amphipoda	<i>Aoridae</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	1	316	0.07	19	0.09	no	
		<i>Microdeutopus anomalus</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	1	4	316	0.39	8	0.09	no
		<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	U	88	117	100	102	96	201	205	176	193	111			139	48	35	41.63	2	0.05	no
		<i>Corophium</i>	SDF	1	0	4	3	0	1	1	-	-	0	7		2	2	129	0.52	7	0.46	no
		<i>Corophium acherusicum</i>	SDF	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.01	28	0.59	no
		<i>Corophium arenarium</i>	SDF	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.00	38	0.09	no
		<i>Corophium bonnellii</i>	SDF	4	8	4	2	-	12	13	21	12	14			9	6	73	2.67	3	0.02	< 0.05
		<i>Corophium insidiosum</i>	SDF	80	105	88	165	299	590	20	39	90	145			162	169	105	48.64	1	0.98	no
		<i>Corophium sextonae</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1		0	0	242	0.03	24	0.03	< 0.05
		<i>Corophium volutator</i>	SDF	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.01	34	0.59	no
		<i>Gammaridae</i>	O	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	220	0.02	26	0.50	no
		<i>Gammarus</i>	O	0	0	2	-	1	0	-	-	1	1	1		1	1	95	0.19	14	0.42	no
		<i>Gammarus locusta</i>	O	1	2	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	193	0.30	9	0.19	no
		<i>Bathyporeia</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0	0	316	0.02	27	0.37	no
		<i>Bathyporeia pilosa</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	316	0.01	28	0.37	no
		<i>Urothoe poseidonis</i>	SDF	3	1	-	-	0	-	1	1	1	-	-	-	1	1	129	0.21	13	0.16	no
		<i>Microprotopus maculatus</i>	P	13	0	13	13	1	3	3	6	12	3			7	5	80	2.01	4	0.52	no
		<i>Jassa falcata</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	316	0.01	34	0.20	no
		<i>Cheirocratus sundevallii</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0	316	0.01	34	0.59	no
		<i>Melita palmata</i>	U	1	1	1	1	2	1	-	-	-	1	1		1	1	73	0.22	12	0.49	no
	<i>Harpinia</i>	U	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.01	34	0.59	no	
	Cumacea	<i>CUMACEA</i>	SDF	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	316	0.16	15	0.09	no	
		<i>Bodotria scorpioides</i>	SDF	2	0	-	0	-	-	-	-	0	0	-	0	1	196	0.11	17	0.10	no	
	Decapoda	<i>DECAPODA</i>	U	-	1	0	37	0	-	1	-	-	-	-	4	12	295	1.17	5	0.57	no	
		<i>Crangon crangon</i>	P	0	-	1	-	0	-	1	-	-	-	0	0	0	138	0.08	18	0.99	no	
		<i>NATANTIA</i>	U	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.00	39	0.09	no	
		<i>Palaemon adspersus</i>	P	0	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	0	0	147	0.04	23	0.49	no	
		<i>Palaemon longirostris</i>	U	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-	0	0	0	169	0.04	21	0.93	no	
		<i>Palaemonetes varians</i>	P	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.00	39	0.09	no	
		<i>Carcinus maenas</i>	O	2	3	2	1	2	3	2	1	1	1		2	1	42	0.57	6	0.07	no	
		<i>Liocarcinus</i>	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	316	0.01	32	0.20	no
		<i>Liocarcinus arcuatus</i>	O	-	0	2	4	1	-	-	0	1	1		1	1	146	0.28	10	0.54	no	
Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>	SDF	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.03	25	0.37	no		
	<i>Idotea chelipes</i>	SDF	0	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	211	0.01	31	0.09	no		
Mysidacea	<i>MYSIDACEA</i>	U	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	0	137	0.04	21	0.37	no		
	<i>Praunus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0	316	0.01	32	0.37	no		
	<i>Praunus flexuosus</i>	SF	1	-	0	0	0	1	0	1	0	0		0	0	64	0.11	16	0.79	no		
Insecta	?	<i>INSECTA</i>	U	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	316	0.01	28	0.86	no		
Maxillopoda	Thoracica	<i>Balanus crenatus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	1	2	6	1	2	201	0.27	11	0.01	< 0.05		
		<i>Elminius modestus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0	0	183	0.06	20	0.03	< 0.05	

I.4.b Klasse Arthropoda: overzicht van veranderingen in biomassa

Biomassa (g-m ⁻²)			JAAR																				
Klasse	Orde	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gem	StDev	C.v	% Rang	r	p	< 0.05			
Crustacea	Amphipoda	<i>Aoridae</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0.000	316	0	33	0.52	0.10	no		
		<i>Microdeutopus anomalus</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.000	0.000	316	0	17	0.52	0.11	no	
		<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	U	0.011	0.016	0.021	0.010	0.013	0.046	0.021	0.021	0.022	0.017		0.020	0.010	52	2	3	0.29	0.39	no	
		<i>Corophium</i>	SDF	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000		0.000	0.000	119	0	20	-0.50	0.13	no	
		<i>Corophium acherusicum</i>	SDF	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	35	-0.17	0.61	no
		<i>Corophium arenarium</i>	SDF	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	34	-0.52	0.11	no
		<i>Corophium bonnellii</i>	SDF	0.000	0.001	0.000	0.000	-	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002		0.001	0.001	77	0	11	0.61	0.05	no	
		<i>Corophium insidiosum</i>	SDF	0.005	0.005	0.007	0.009	0.016	0.085	0.001	0.002	0.007	0.010		0.015	0.025	171	2	5	0.05	0.87	no	
		<i>Corophium sextonae</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000		0.000	0.000	240	0	28	0.65	0.04	< 0.05
		<i>Corophium volutator</i>	SDF	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	24	-0.17	0.61	no
		<i>Gammaridae</i>	O	-	0.000	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-		0.000	0.000	218	0	31	0.03	0.92	no
		<i>Gammarus</i>	O	0.000	0.000	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	0.001	0.002		0.000	0.001	185	0	13	0.60	0.06	no	
		<i>Gammarus locusta</i>	O	0.001	0.000	0.006	0.004	-	-	-	-	-	-	-		0.001	0.002	188	0	10	-0.45	0.18	no
		<i>Bathyporeia</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-		0.000	0.000	316	0	32	0.29	0.39	no
		<i>Bathyporeia pilosa</i>	SDF	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-		0.000	0.000	316	0	36	0.29	0.39	no
		<i>Urothoe poseidonis</i>	SDF	0.002	0.001	-	-	0.000	-	0.000	0.000	0.000	-	-		0.000	0.001	174	0	15	-0.58	0.07	no
		<i>Microtopotus maculatus</i>	P	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000		0.000	0.000	103	0	14	-0.42	0.21	no	
		<i>Jassa falcata</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-		0.000	0.000	316	0	29	0.41	0.22	no
	<i>Cheirocratus sundevallii</i>	U	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-	-		0.000	0.000	316	0	37	0.17	0.61	no	
	<i>Melita palmata</i>	U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	0.001		0.000	0.000	88	0	16	0.10	0.77	no	
	<i>Harpinia</i>	U	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	38	-0.17	0.61	no	
	Cumacea	CUMACEA	SDF	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	26	-0.52	0.11	no	
		<i>Bodotria scorpioides</i>	SDF	0.000	0.000	-	0.000	-	-	-	-	0.000	0.000		0.000	0.000	170	0	23	-0.40	0.23	no	
	Decapoda	DECAPODA	U	-	0.153	0.000	0.002	0.014	-	0.002	-	-	-		0.017	0.048	280	2	4	-0.41	0.21	no	
		<i>Crangon crangon</i>	P	0.000	-	0.017	-	0.001	-	0.004	-	-	0.005		0.003	0.005	204	0	8	-0.10	0.76	no	
		NATANTIA	U	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	22	-0.52	0.11	no	
		<i>Palaemon adspersus</i>	P	0.002	-	-	0.002	0.004	0.067	-	-	-	-		0.007	0.021	283	1	6	0.04	0.91	no	
		<i>Palaemon longirostris</i>	U	-	-	-	0.003	0.011	-	-	-	-	0.013		0.003	0.005	185	0	7	0.36	0.29	no	
		<i>Palaemonetes varians</i>	P	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	18	-0.52	0.11	no	
		<i>Carcinus maenas</i>	O	0.667	1.289	0.856	0.929	0.746	0.599	1.547	0.354	0.454	0.474		0.791	0.380	48	83	1	-0.40	0.23	no	
<i>Liocarcinus</i>		O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-		0.002	0.005	316	0	9	0.41	0.22	no	
<i>Liocarcinus arcuatus</i>		O	-	0.009	0.150	0.143	0.286	-	-	0.036	0.146	0.192		0.096	0.101	105	10	2	0.25	0.46	no		
Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>	SDF	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	21	-0.29	0.39	no		
	<i>Idotea chelipes</i>	SDF	0.000	-	-	0.000	-	-	-	-	-	-		0.000	0.000	230	0	30	-0.57	0.07	no		
Mysidacea	MYSIDACEA	U	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-		0.000	0.000	204	0	25	-0.10	0.78	no		
	<i>Praunus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	-		0.000	0.000	316	0	27	0.29	0.39	no		
	<i>Praunus flexuosus</i>	SF	0.002	-	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001		0.001	0.001	139	0	12	-0.13	0.70	no		
Insecta	?	INSECTA	U	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-		0.000	0.000	316	0	19	-0.06	0.87	no		
Maxillopoda	Thoracica	<i>Balanus crenatus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	-	-		geen biomassa gegevens beschikbaar									
		<i>Elminius modestus</i>	SF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		geen biomassa gegevens beschikbaar								

I.4.c Phylum Arthropoda: analyse van veranderingen in dichtheden (bovenste gedeelte) en biomassa (onderste gedeelte) op het niveau van klassen en type voedselvergaring

		JAAR											
Dichtheid (N-m ²)		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Klasse	Voedsel Type												
Crustacea	Omnivorus	16	3	6	8	12	3	3	2	3	3	3	7
	Predator	25	13	0	14	13	2	3	4	6	12	4	23
	Surface deposit feeder	154	96	115	96	171	300	603	35	62	104	166	252
	Suspension feeder	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	Unknown	258	89	118	102	140	99	202	205	176	194	127	234
Insecta	Unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maxillopoda	Suspension feeder	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6	0

Crustacea	Alle typen (N-m ²)	202	239	220	336	405	812	247	248	313	300	
%		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	100.0%	100.0%	99.0%	99.1%	98.1%	
Insecta	Alle typen (N-m ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Maxillopoda	Alle typen (N-m ²)	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6	
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.9%	1.9%	
Arthropoda	Alle typen (N-m²)	202	239	220	336	405	812	247	250	316	306	

Arthropoda	Suspension feeder	1.	-	.	.	.	1.	.	3.	3.	6.	
	Omnivorus	3.	6.	8.	12.	3.	3.	2.	3.	3.	3.	
	Predator	13.	.	14.	13.	2.	3.	4.	6.	12.	4.	
	Unknown	89.	118.	102.	140.	100.	202.	205.	176.	194.	127.	
	Surface deposit feeder	1.	-	.	.	.	1.	.	1.	.	.	
	Suspension feeder	1.	-	.	.	.	1.	.	1.	.	.	

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	<0.05
Crustacea	0.18	0.03	10	8	0.52	0.62	no
Insecta	0.17	0.03	10	8	0.50	0.63	no
Maxillopoda	-0.06	0.00	10	8	-0.16	0.87	no
Suspension feeder	0.78	0.61	10	8	3.55	0.01	< 0.05
Omnivorus	-0.45	0.20	10	8	-1.42	0.19	no
Predator	-0.22	0.05	10	8	-0.65	0.54	no
Unknown	0.63	0.39	10	8	2.28	0.05	no
Surface deposit feeder	0.17	0.03	10	8	0.48	0.64	no
Suspension feeder	0.17	0.03	10	8	0.48	0.64	no

		JAAR											
Biomassa (g-m ²)		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Klasse	Voedsel Type												
Crustacea	Omnivorus	3.72	0.67	1.30	1.01	1.08	1.03	0.60	1.55	0.39	0.62	0.67	2.35
	Predator	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
	Surface deposit feeder	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.09	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04
	Suspension feeder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Unknown	0.05	0.01	0.17	0.02	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.17
Insecta	Unknown	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maxillopoda	Suspension feeder	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Crustacea	Alle typen (g-m ²)	0.7	1.5	1.1	1.1	1.1	0.8	1.6	0.4	0.6	0.7	
%		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	99.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
Insecta	Alle typen (g-m ²)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Maxillopoda	Alle typen (g-m ²)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
%		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Arthropoda	Alle typen (g-m²)	0.7	1.5	1.1	1.1	1.1	0.8	1.6	0.4	0.6	0.7	

Arthropoda	Suspension feeder	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Omnivorus	0.67	1.30	1.01	1.08	1.03	0.60	1.55	0.39	0.62	0.67	
	Predator	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Unknown	0.01	0.17	0.02	0.02	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	
	Surface deposit feeder	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Suspension feeder	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	< 0.05
Crustacea	-0.38	0.14	10	8	-1.29	0.23	no
Insecta	-0.38	0.14	10	8	-1.29	0.23	no
Maxillopoda	-0.06	0.00	10	8	-0.18	0.86	no
Suspension feeder	-0.12	0.02	10	8	-0.39	0.71	no
Omnivorus	-0.35	0.12	10	8	-1.18	0.27	no
Predator	0.00	0.00	10	8	-0.01	0.99	no
Unknown	-0.32	0.10	10	8	-1.07	0.32	no
Surface deposit feeder	-0.12	0.02	10	8	-0.39	0.71	no
Suspension feeder	-0.12	0.02	10	8	-0.39	0.71	no

Diverse phyla: overzicht van veranderingen in dichtheden

Dichtheid (N·m ²)			JAAR												Gem	StDev	C.v	%	Rang	r	p	< 0.05
Phylum	Klasse	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000									
Chordata	Ascidiacea	ASCIDIACEA	U	5	2	4	7	1	11	2	1	-	0	3	3	105	2.17	9	-0.40	0.21	no	
		Asciidiella aspersa	F	12	21	9	35	4	11	5	33	1	-	13	13	97	8.72	6	-0.31	0.34	no	
		Ciona intestinalis	SF	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	2	5	316	1.04	13	0.06	0.86	no
		Botryllus schlosseri	F	2	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	0	1	151	0.23	21	-0.44	0.16	no
		Styela clava	SF	2	3	2	1	1	4	1	1	1	2	-	2	1	73	1.09	12	-0.52	0.09	no
Totaal Chordata				21	26	15	44	6	40	9	36	2	0	20	16	81	13.26	3	-0.36	0.25	no	
Cnidaria	Anthozoa	ANTHOZOA	SF	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	316	0.41	20	-0.52	0.09	no	
		ACTINIARIA	SF	7	34	29	39	13	41	31	16	2	5	22	15	68	14.37	2	-0.39	0.22	no	
		Actinia anguicomma	SF	0	-	1	3	2	3	3	2	-	-	1	1	95	0.86	14	0.03	0.94	no	
	Tubularia	Tubularia	U	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	316	0.05	23	-0.52	0.09	no	
Totaal Cnidaria				15	34	29	42	15	43	34	18	2	5	24	15	63	15.69	1	-0.46	0.14	no	
Echinodermata	Stelleroidae	Ophiothrix fragilis	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	1	3	277	0.63	15	0.58	0.05	no
		Ophiura albida	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	316	0.04	24	0.52	0.09	no
	Stelloroidae	Asterias rubens	U	0	-	0	1	1	1	1	1	1	-	3	1	1	108	0.50	19	0.53	0.08	no
		Amphipholis squamata	U	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	1	2	316	0.52	18	0.29	0.37	no
		Ophiura	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	0	0	316	0.04	24	0.41	0.20	no
		OPHIUROIDEA	U	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	0	0	211	0.07	22	0.17	0.59	no
Totaal Echinodermata				0	-	0	1	1	1	1	8	2	12	3	4	148	1.79	10	0.72	0.01	< 0.05	
Nemertea	?	NEMERTEA	P	9	18	12	3	6	38	30	47	20	12	19	15	75	12.97	4	0.42	0.18	no	
Totaal Nemertea				9	18	12	3	6	38	30	47	20	12	19	15	75	12.97	4	0.42	0.18	no	
Phoronida	?	Phoronidae	U	-	-	6	2	-	-	1	-	-	1	1	2	202	0.63	16	-0.23	0.48	no	
Totaal Phoronida				-	-	6	2	-	-	1	-	-	1	1	2	202	0.63	16	-0.23	0.48	no	
Porifera	?	PORIFERA	SF	0	2	2	3	8	6	1	1	-	-	2	3	117	1.52	11	-0.19	0.57	no	
		Sycon	SF	38	12	2	3	-	6	1	-	-	-	-	6	12	192	4.14	8	-0.68	0.02	< 0.05
Totaal Porifera				39	14	4	5	8	12	2	1	-	-	9	12	137	5.66	7	-0.74	0.01	< 0.05	

Diverse phyla: overzicht van veranderingen in biomassa

Biomassa (g·m ⁻²)			JAAR																			
Phylum	Klasse	Soort	VTC	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Gem	StDev	C.v	% Rang	r	p	< 0.05		
Chordata	Ascidiacea	ASCIDIACEA	U	0.127	0.000	0.031	0.074	0.136	0.001	0.005	0.007	-	0.001	0.038	0.054	142	1	12	-0.54	0.08	no	
		Asciella aspersa	F	0.340	1.828	2.106	2.807	0.284	0.296	0.317	0.844	0.305	-	0.913	0.973	107	15	4	-0.52	0.09	no	
		Ciona intestinalis	SF	-	-	-	-	-	0.984	-	-	-	-	0.098	0.311	316	2	11	0.06	0.86	no	
		Botryllus schlosseri	F	0.000	0.001	-	-	-	-	-	0.027	0.000	-	-	0.003	0.008	300	0	17	0.16	0.62	no
		Styela clava	SF	0.583	0.638	0.421	0.343	0.167	0.706	0.039	0.160	0.679	-	0.374	0.271	73	6	7	-0.45	0.15	no	
Totaal Chordata				1.050	2.467	2.558	3.224	0.587	1.987	0.387	1.010	0.984	0.001	1.426	1.066	75	23	1	-0.60	0.05	< 0.05	
Cnidaria	Anthozoa	ANTHOZOA	SF	0.122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.039	316	0	13	-0.52	0.09	no	
		ACTINIARIA	SF	0.009	0.632	0.427	0.626	0.509	1.270	1.369	0.669	0.017	0.414	0.594	0.448	75	10	6	0.15	0.66	no	
		Actinia anguicomma	SF	0.051	-	0.029	0.226	0.055	0.493	0.243	0.051	-	-	0.115	0.160	139	2	10	0.02	0.96	no	
	Tubularia	Tubularia	U	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.000	316	0	23	-0.52	0.09	no	
Totaal Cnidaria				0.182	0.632	0.456	0.852	0.564	1.763	1.612	0.720	0.017	0.414	0.721	0.565	78	12	5	0.08	0.80	no	
Echinodermata	Stelleroidae	Ophiothrix fragilis	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.005	0.001	0.002	306	0	18	0.54	0.08	no
		Ophiura albida	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.000	0.000	316	0	22	0.52	0.09	no
	Stelleroidae	Asterias rubens	U	0.096	-	0.291	0.000	1.056	3.141	3.303	0.000	-	1.841	0.973	1.330	137	16	3	0.36	0.25	no	
		Amphipholis squamata	U	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	-	0.000	0.001	316	0	19	0.29	0.37	no	
		Ophiura	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	-	0.000	0.000	316	0	25	0.41	0.20	no
		OPHIUROIDEA	U	-	-	-	0.000	-	-	-	-	-	0.000	-	0.000	0.000	275	0	24	0.38	0.23	no
Totaal Echinodermata				0.096	-	0.291	0.000	1.056	3.141	3.303	0.004	0.000	1.847	0.974	1.330	137	16	2	0.36	0.25	no	
Nemertea	?	NEMERTEA	P	0.004	0.006	0.004	0.001	0.001	0.009	0.006	0.014	0.009	0.006	0.006	0.004	71	0	15	0.53	0.09	no	
Totaal Nemertea				0.004	0.006	0.004	0.001	0.001	0.009	0.006	0.014	0.009	0.006	0.006	0.004	71	0	15	0.53	0.09	no	
Phoronida	?	Phoronidae	U	-	-	0.001	0.001	-	-	0.000	-	-	0.000	0.000	0.000	203	0	20	-0.33	0.30	no	
Totaal Phoronida				-	-	0.001	0.001	-	-	0.000	-	-	0.000	0.000	0.000	203	0	20	-0.33	0.30	no	
Porifera	?	PORIFERA	SF	0.003	0.062	0.256	1.279	0.677	0.034	0.128	0.030	-	-	0.247	0.418	169	4	9	-0.25	0.44	no	
		Sycon	SF	0.004	0.006	0.000	0.000	-	0.042	0.013	-	-	-	-	0.006	0.013	204	0	14	0.01	0.98	no
Totaal Porifera				0.007	0.068	0.256	1.279	0.677	0.076	0.141	0.030	-	-	0.253	0.415	164	4	8	-0.25	0.44	no	

I.5.c Diverse phyla: analyse van veranderingen in dichtheden (bovenste gedeelte) en biomassa (onderste gedeelte) op het niveau van klassen en voedselvergaring

Dichtheid (n.m-2)		JAAR											
Phylum	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Chordata	Filter feeder	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	0	1
	Surface deposit feeder	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Suspension feeder	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
	Unknown	3	1	1	1	2	1	5	1	1	0	0	0
Cnidaria	Suspension feeder	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	Unknown	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinodermata	Unknown	1	0	0	0	1	1	1	1	3	1	2	0
Nemertea	Predator	4	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	2
Phoronida	Unknown	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	1	0
Porifera	Suspension feeder	0	5	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0

Chordata	Alle typen (N-m2)	2	3	3	6	3	8	2	2	1	0
Cnidaria	Alle typen (N-m2)	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Echinodermata	Alle typen (N-m2)	0	0	0	1	1	1	1	3	1	2
Nemertea	Alle typen (N-m2)	1	1	1	1	1	2	3	2	2	1
Phoronida	Alle typen (N-m2)	0	0	3	2	0	0	1	0	0	1
Porifera	Alle typen (N-m2)	5	1	1	1	1	2	1	1	0	0

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	<0.05
Chordata	-0.29	0.09	10	8	-0.87	0.41	no
Cnidaria	-0.65	0.43	10	8	-2.44	0.04	< 0.05
Echinodermata	0.61	0.38	10	8	2.21	0.06	no
Nemertea	0.49	0.24	10	8	1.59	0.15	no
Phoronida	-0.15	0.02	10	8	-0.44	0.67	no
Porifera	-0.71	0.50	10	8	-2.82	0.02	< 0.05

Biomassa (g-m-2)		JAAR											
Phylum	Voedsel Type	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Chordata	Filter feeder	0.013	0.020	0.152	0.301	0.255	0.071	0.033	0.049	0.037	0.305	0.000	0.330
	Surface deposit feeder	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
	Suspension feeder	0.000	0.117	0.213	0.105	0.171	0.167	0.130	0.019	0.080	0.226	0.000	0.000
	Unknown	0.007	0.014	0.000	0.008	0.019	0.136	0.000	0.003	0.003	0.000	0.001	0.000
Cnidaria	Suspension feeder	0.011	0.009	0.020	0.018	0.034	0.022	0.046	0.052	0.038	0.009	0.052	0.151
	Unknown	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Echinodermata	Unknown	0.052	0.096	0.000	0.291	0.000	0.528	3.141	1.651	0.001	0.000	0.264	0.000
Nemertea	Predator	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Phoronida	Unknown	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Porifera	Suspension feeder	0.000	0.001	0.007	0.037	0.213	0.085	0.011	0.047	0.015	0.000	0.000	0.000

Chordata	Alle typen (N-m2)	0.151	0.365	0.414	0.445	0.374	0.163	0.071	0.120	0.531	0.001
Cnidaria	Alle typen (N-m2)	0.009	0.020	0.018	0.034	0.022	0.046	0.052	0.038	0.009	0.052
Echinodermata	Alle typen (N-m2)	0.096	0.000	0.291	0.000	0.528	3.141	1.651	0.001	0.000	0.264
Nemertea	Alle typen (N-m2)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Phoronida	Alle typen (N-m2)	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Porifera	Alle typen (N-m2)	0.001	0.007	0.037	0.213	0.085	0.011	0.047	0.015	0.000	0.000

Lineaire Toename/Afname	r =	R2 =	n =	df =	t =	p	<0.05
Chordata	-0.30	0.09	10	8	-0.89	0.40	no
Cnidaria	0.53	0.28	10	8	1.76	0.12	no
Echinodermata	0.14	0.02	10	8	0.39	0.71	no
Nemertea	0.70	0.49	10	8	2.79	0.02	< 0.05
Phoronida	-0.30	0.09	10	8	-0.89	0.40	no
Porifera	-0.20	0.04	10	8	-0.59	0.57	no

BIJLAGE II

Ecoprofielen

1. Phylum Mollusca

- *Cerastoderma edule*,
- *Corbula gibba*
- *Crepidula fornicata*
- *Hinia reticula* (synoniem: *Nassarius reticulatus*),
- *Hydrobia ulvae*,
- *Mya arenaria*,
- *Mytilus edulis*,
- *Ostrea edulis*.

2. Phylum Annelida

- *Arenicola marina*,
- *Heteromastus filiformis*,
- *Nereis diversicolor*,
- *Nereis succinea*.

3. Phylum Arthropoda

- *Carcinus maenas*,
- *Corophium insidiosum*,
- *Microdeutopus gryllotalpa*.

Mollusca: *Cerastoderma edule* (Kokkel)

Voeding: suspension feeder (Ysebaert & Meire, 1999). Filteert fytoplankton en detritus uit het water (Anon., 1989).

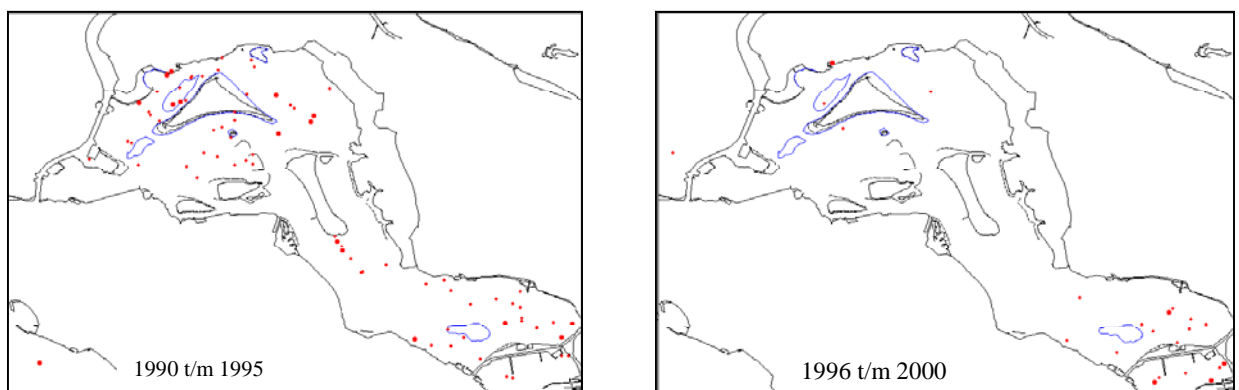
Phylum:	Mollusca
Klasse:	Bivalvia
Orde:	Veneroidea
Familie:	Cardiidae
Genus:	Cerastoderma

Habitat preferenties: euryhaline soort. Ze worden niet gevonden bij een gemiddeld zoutgehalte ongeveer 11g/l bij een normale rivierafvoer (Wolff, 1973). De soort komt voor in diverse sedimenten. De soort is afhankelijk van stroming. De stroming mag niet te snel zijn zodat de kokkels uitspoelen. Tevens mag de stroming niet te langzaam zijn om de kokkel van genoeg voedsel te voorzien en tevens de depositie van een detrituslaag te voorkomen (Ysebaert & Meire, 1999).

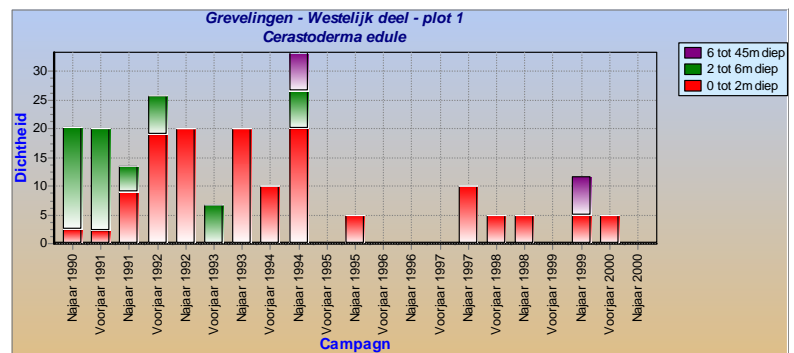
Life history: planktonische larven. De afzetting van de voortplantingsproducten (spawning) vindt plaats van maart tot oktober (Anon., 1989). Na ongeveer 1 maand vestigen de larven zich passief, gedreven door lokale hydronamische factoren, op de getijdeplaat. Jonge kokkels verplaatsen zich waarschijnlijk door te 'kruipen' en te drijven met behulp van een byssusdraad (Yankson, 1986).

De mortaliteit van volwassen kokkels is sterk afhankelijk van de temperatuur in de winter: zachte winters ca. 50% en strenge winters meer dan 95%. De strengere winter worden veelal gevolgd door een hoge broedval (Anon., 1989). De juveniele kokkels worden door garnalen en krabben gegeten (Verwey, 1981). Ook infecties door parasieten (trematoden) is waarschijnlijk de oorzaak dat de jonge kokkels sterven (Jonsson & André, 1992).

Figuur 2. Verspreiding van de kokkel *Cerastoderma edule* in het Grevelingenmeer periode 1990-1995 en 1996-2000



Figuur 1. Dichtheden van de kokkel in de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000)



Mollusca: *Corbula gibba* (korfshell)

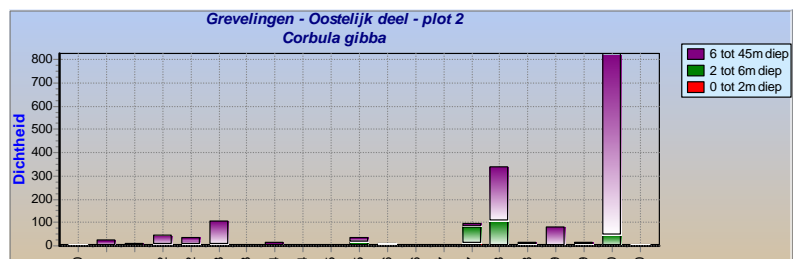
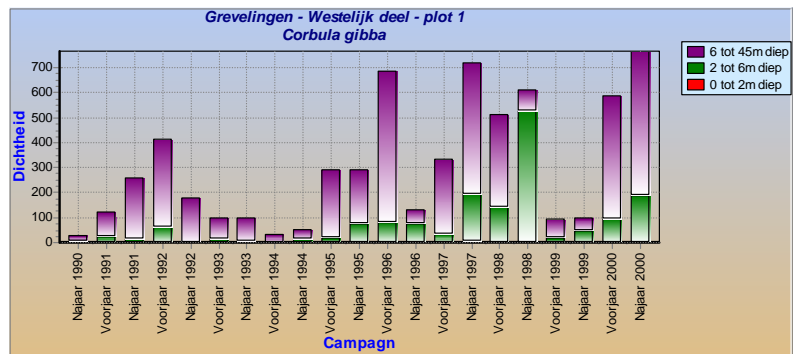
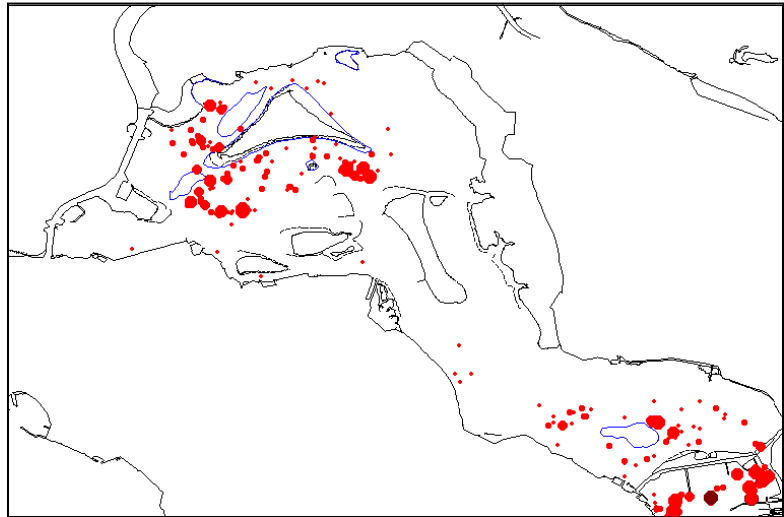
Phylum: Mollusca
 Klasse: Bivalvia
 Orde: ?
 Familie: Corbulidae
 Genus: Corbula

Voeding: ?

Preferenties: soort bevindt zich in slibbig zand en in grof schelpengruis (Hayward & Ryland, 1990).

Life history: ?

Figuur 3. Verspreiding van *Corbula gibba* in de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000)



Figuur 4. Dichtheden van *Corbula gibba* in de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000)

***Crepidula fornicata* (muiltje, slipper, dubbeldekker, watermuiltje)**

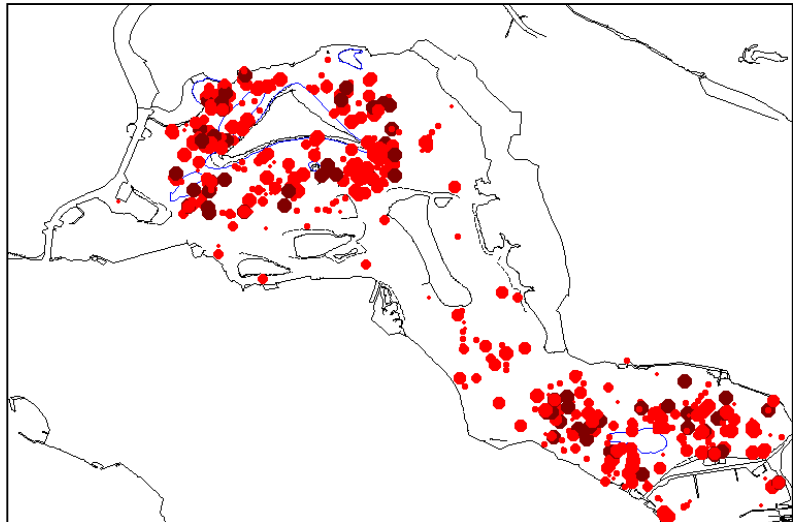
Phylum: Mollusca
Klasse: Gastropoda
Orde: Neotaenioglossa
Familie: Calytraeidae
Genus: *Crepidula*

Voeding: suspension feeder

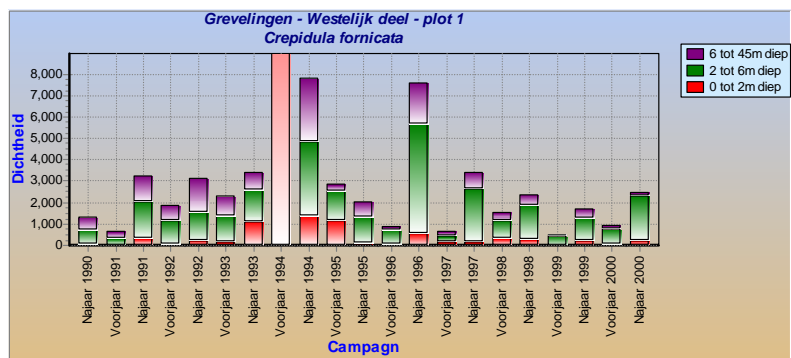
Preferenties: soort is autochtoon te vinden op hard substraat, zoals op schelpdieren en stenen, die op het zachte substraat aanwezig zijn (Hayward & Ryland, 1990).

Life history: ze vormen vaak 'kettingen' van meerder exemplaren op elkaar. De dieren beginnen hun geslachtsleven als man en eindigen het als vrouw (hermaphrodiet). Het onderste en grootste dier is altijd vrouwelijk en het bovenste en kleinste dier is mannelijk (Entrop, 1989).

Figuur 5. Verspreiding van *Crepidula fornicata* binnen de twee deelgebieden van het Grevelingenmeer (1990-2000)



Figuur 6. Dichtheid van het muiltje *Crepidula fornicata* in deelgebied West van het Grevelingenmeer (1990-2000)

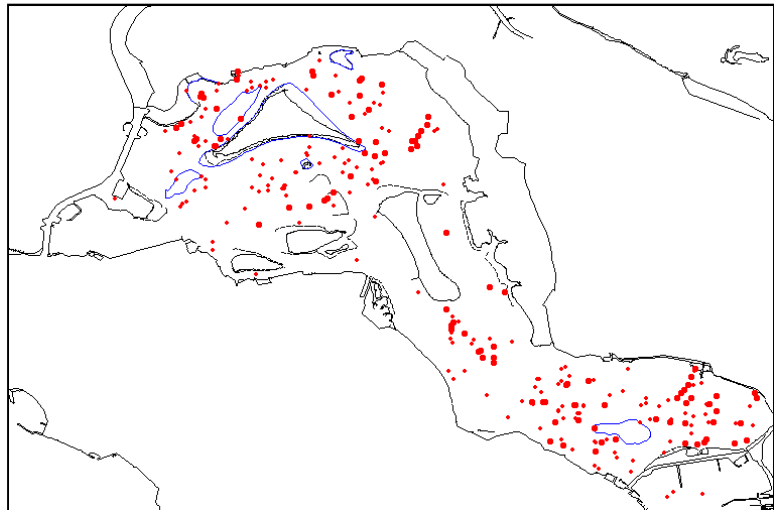


***Hinia reticulata* - Syn. *Nassarius reticulatus* (Gevlochten fuikhoortje)**

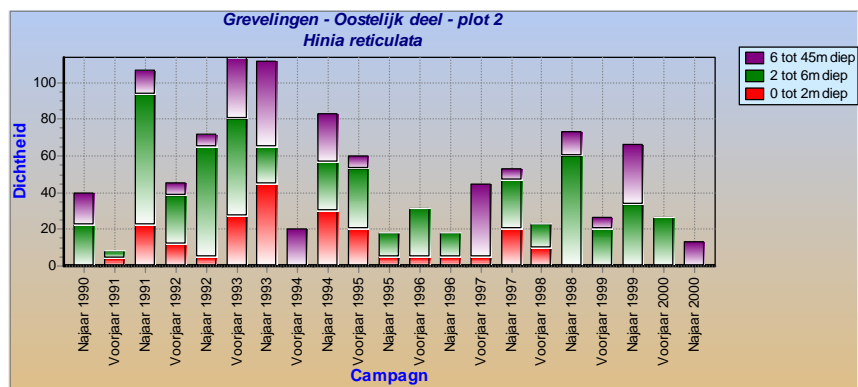
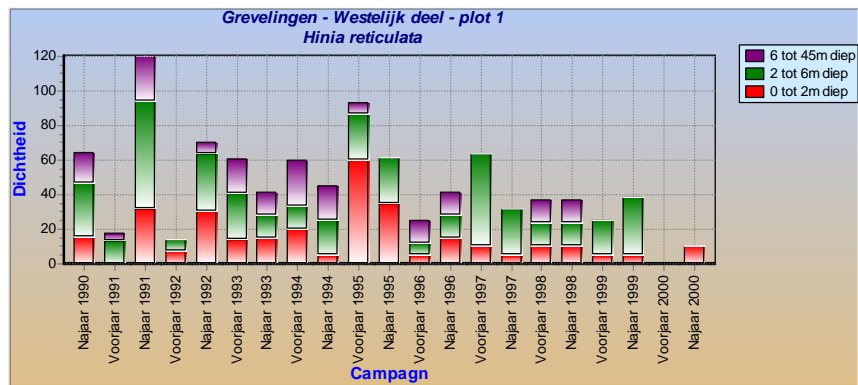
Phylum:	Mollusca
Klasse:	Gastropoda
Orde:	Neogastropoda
Familie:	Nassariidae
Genus:	Nassarius

Voor deze soort is de Grevelingen waarschijnlijk een van de belangrijkste verspreidingsgebieden. De soort behoort mogelijk tot de karakstieke fauna van de Grevelingen. Tot op heden zijn er nog geen gegevens gevonden op grond waarvan een Ecoprofiel gemaakt kan worden.

Figuur 8. Verspreiding van *Hinia reticulata* in de beide deelgebieden van het Grevelingenmeer (1990-2000).



Figuur 7. Verandering in de dichtheid van *Hinia reticulata* in het Grevelingenmeer in beide deelgebieden. (boven: West; onder: Oost).



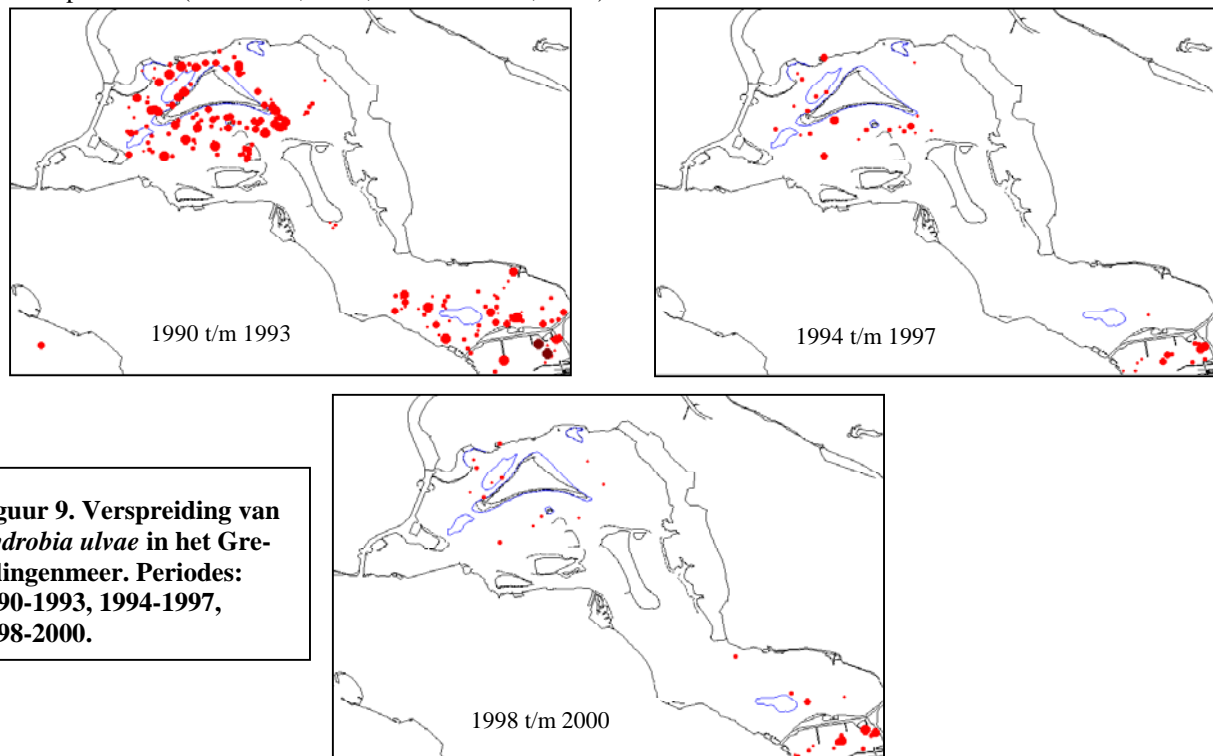
Mollusca: *Hydrobia ulvae* (Wadslakje)

Phylum:	Mollusca
Klasse:	Gastropoda
Orde:	?
Familie:	Hydrobiidae
Genus:	Hydrobia

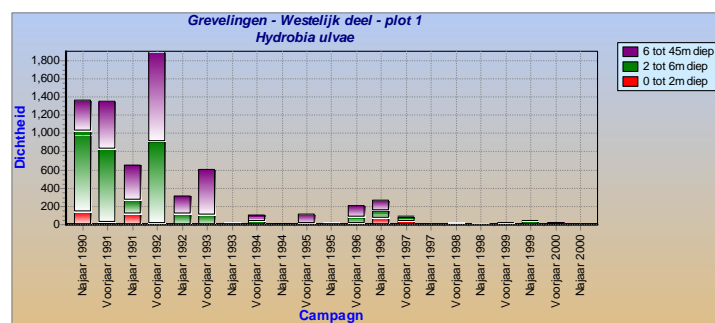
Voeding: (surface)deposit feeder (Fenchel & Kofoed, 1971) en grazer (Lopez & Kofoed, 1980). Voedt zich voornamelijk met benthische algen en in zeker mate ook met bacteriën aan het sedimentoppervlak (Newell, 1965; Hylleberg & Riis-Vestegaard, 1984).

Habitat Preferenties: typische litorale soort, die sublitoraal en met name in de diepere geulen zeldzaam is. De soort heeft een brede tolerantie voor sedimenttype en zoutgehalte (marien tot saliniteit 10 g Cl/l) (Paalvast, 2000). Gevoelig voor stroming en golven. Soort komt meestal voor in fijn (Barnes & Greenwood, 1978) of slibbig sediment (Newell, 1962; Chatfield, 1972; Wolff, 1973). Tevens kan deze soort ook voorkomen in zee-grasvelden en schorren (Ysebaert & Meire, 1999).

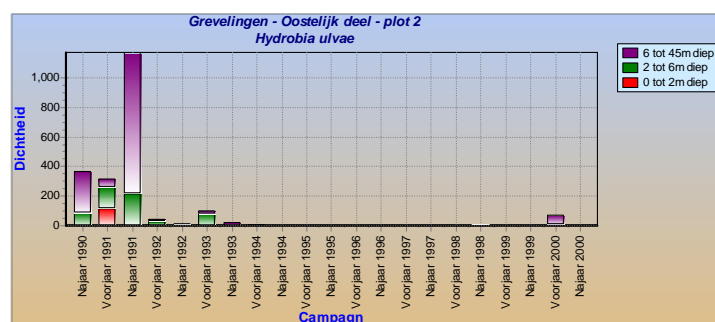
Life history: Reproductie gedurende het hele jaar. Pelagische larven (Hylleberg, 1986). Gevoelig voor infectie door parasieten (Minchella, 1985; Huxham *et al.*, 1995).



Figuur 9. Verspreiding van *Hydrobia ulvae* in het Grevelingenmeer. Periodes: 1990-1993, 1994-1997, 1998-2000.



Figuur 10. Afname van *Hydrobia ulvae* in het Grevelingenmeer (periode 1990-2000) in deelgebied West (boven) en Oost (beneden) van de Grevelingen.



Mollusca: *Mya arenaria* (Strandgaper)

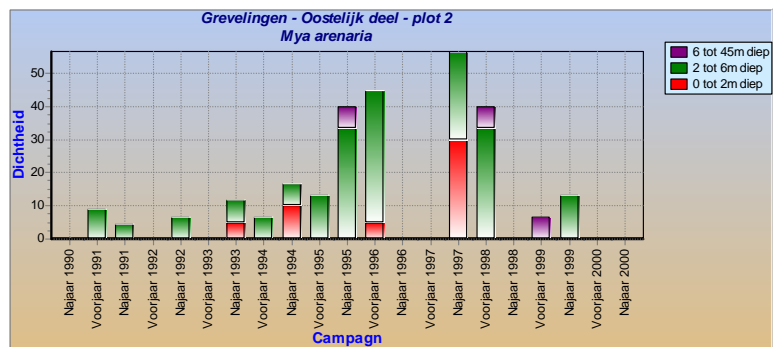
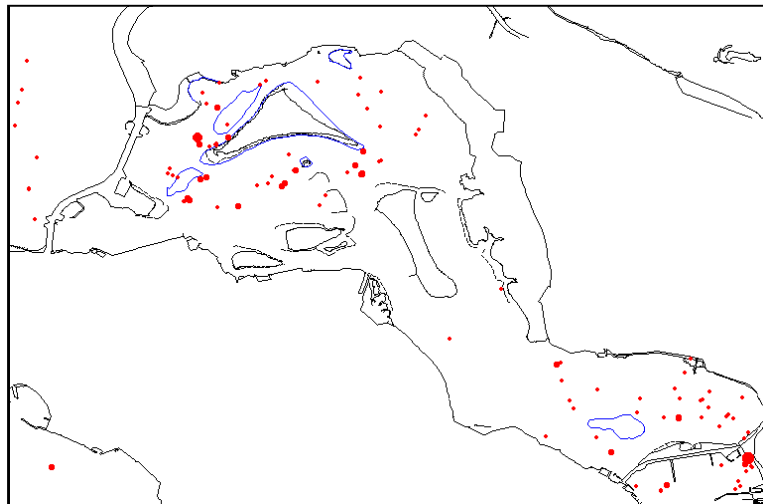
Phylum: Mollusca
Klasse: Bivalvia
Orde: Myoida
Familie: Myidae
Genus: *Mya*

Voeding: suspension feeder. Haalt micro-organismen (plankton) en detritus uit het water (Wolff, 1973). De pompsnelheid is bij deze soort in vergelijking met andere suspension feeders laag (Anon., 1989). Voedselpartikeltjes van het omringende slib kan ook worden opgenomen (deposit feeding) indien slechts een kleine hoeveelheid water op het substraat staat (Ysebaert & Meire, 1999; Anon., 1989).

Habitat preferenties: soort is euryhalien die zich binnen kan dringen naar de brakke delen van het estuaria (Paalvast, 2000; Ysebaert & Meire, 1999). *M. arenaria* is alleen gevonden in het subgetijgebied tot een maximale diepte van 25 m (Wolff, 1973). Deze soort is te vinden in het zeewater tot zwak brak water met een zoutgehalte van 2 g/l Cl⁻ (Paalvast, 2000). De soort komt in bijna alle sedimenttypen voor, behalve in anaeroob slib of hard zand. Ze prefereren de fijnere, slijbrikere sedimenten (Anon., 1989).

Life history: soort reproduceert gedurende de zomer van mei/juni tot september (Wolff, 1973; Möller & Rosenberg, 1983; Warwick & Price, 1975). Planktonische larven brengen 2 weken door in de waterkolom, waar ze vervolgens een metamorfose ondergaan. Met behulp van byssusdraden hechten ze zich vast aan zandkorrels en algen. Ze kunnen zich weer losmaken om vervolgens naar een geschiktere (hoger gelegen) plek te verplaatsen (Steur *et al.*, 1996). Bij een lengte van ongeveer 7 mm graven ze zich verticaal in (Anon., 1989). De sterfte is in het eerste jaar het grootst. De oorzaak hiervoor zijn: de juvenilen zijn relatief hoog bij het sedimentoppervlak gesitueerd, ze worden blootgesteld aan predators en tevens spelen de weersinvloeden een negatieve rol (Beal *et al.*, 1995). Ongeveer 0,1% overleeft de eerste winter (Ysebaert & Meire, 1999).

Figuur 11. Verspreiding van *Mya arenaria* in het Grevelingenmeer (1990-2000)



Figuur 12. Verandering van de dichtheden van *Mya arenaria* in deelgebied Oost van het Grevelingenmeer (1990-2000).

Mollusca: *Mytilus edulis* (Mossel)

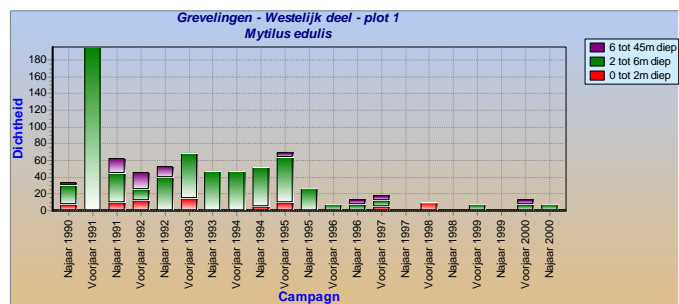
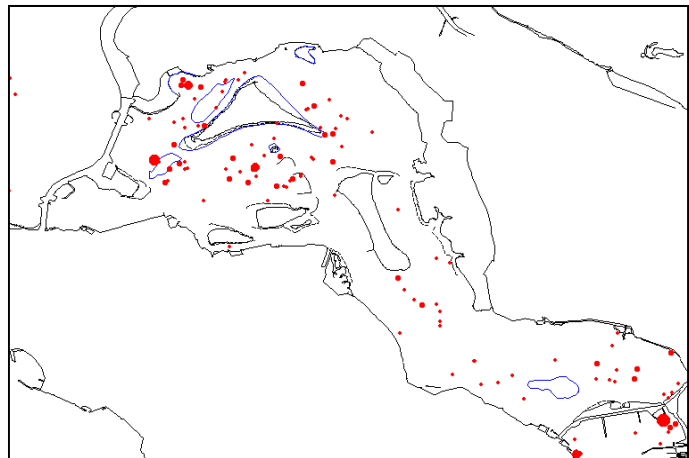
Phylum: Mollusca
Klasse: Bivalvia
Orde: Mytiloidea
Familie: Mytilidae
Genus: *Mytilus*

Voeding: suspension feeder, voedt zich voornamelijk met fytoplankton (Ysebaert, 2000; Anon, 1989). Ze verwijderen ook slib uit de waterkolom en dragen bij aan een versnelde recirculatie van nutriënten (zoals ammonia en fosfaat), welke weer gebruikt worden bij de productie van fytoplankton (Tydeman, 1996). Van het ingevangen materiaal transporteren de trilharen op de kieuwen van de mossel het eetbare deel naar de inwendige mondopening. De oneetbare delen worden tegengehouden en een groot gedeelte hiervan wordt als kleine kluitjes (met slijm) als pseudofaeces (komen niet in maag-darmkanaal terecht) uitgescheiden (Tydeman, 1996).

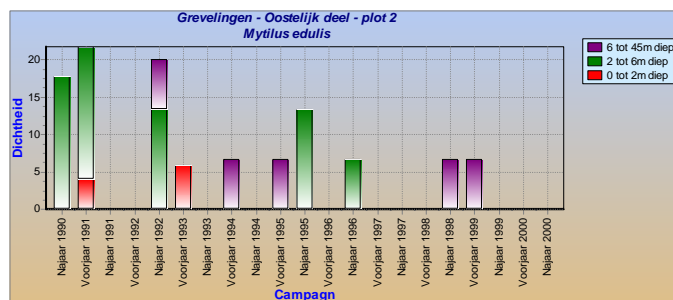
Preferenties: de mossel komt algemeen voor vanaf een zoutgehalte van 10 g/l Cl⁻. Zoutgehaltes tot 4 g/l Cl⁻ worden voor een kortere periode goed verdragen (Paalvast, 2000). Zonder voedselaanvoer door getijdestromen kan deze soort zich niet in stand houden. De sterkte van de stroming is limiterend, waardoor deze soort zich tevens fysiek m.b.v. byssusdraden kan vasthechten aan het harde substraat. De mosselbanken komen vooral voor op de (middel)fijne zandplaten en de meer slibrijke sedimenten (Wolff, 1973), waarbij ze zich vooral aan elkaar hechten.

Life history: de broedval van mosselen vindt plaats in het voor- en najaar. Planktonische larven. Na metamorfose hechten ze zich met behulp van byssusdraden aan draadvormige structuren. Naarmate de larven groeien kunnen ze herhaaldelijk van substraat wisselen (Tydeman, 1996).

Figuur 14. Verspreiding van *Mytilus edulis* in de beide deelgebieden van het Grevelingenmeer.



Figuur 13. Verandering in dichtheden van de mossel *Mytilus edulis* in de Grevelingen (periode 1990-2000) in deelgebieden West (boven) en Oost (beneden).



Mollusca: *Ostrea edulis* (platte oester)

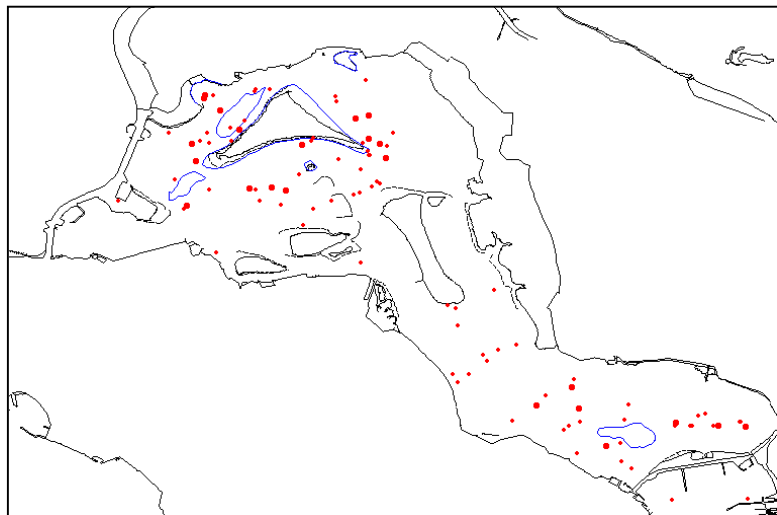
Voeding: suspension feeder (Ysebaert, 2000).

Habitat preferenties: de soort komt voor in ondiep water (littoraal) tot ca. 80 m diepte met een hoog zoutgehalte. Deze soort komt voor bij zoutgehaltes van 13 – 35 ‰ Cl.

Tevens is ook de temperatuur van groot belang voor de verspreidingsmogelijkheden van de oester. De watertemperatuur moet voor een succesvolle broedval gedurende 1 à 2 maanden boven de 18°C uitkomen. Bij een te lage watertemperatuur gedurende de winterperiode kan door ijsgang een populatie bijna in zijn geheel uitsterven (Anon., 1989). Ze komen veelvuldig voor op harde zandige platen en veenlagen met een stevige ondergrond.

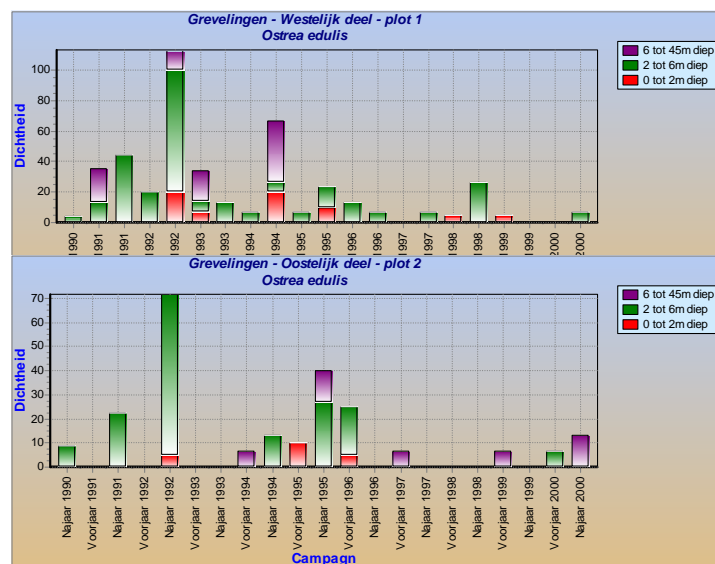
Phylum: Mollusca
Klasse: Bivalvia
Orde: Ostreoida
Familie: Ostreidae
Genus: *Ostrea*

Life history: Bij de oester wordt een mannelijk stadium afgewisseld met een vrouwelijk stadium (hermafrodit). Ze worden meestal na 2 jaar geslachtsrijp. Pelagische larven. Voor de productie van de larven is een minimale watertemperatuur van 16 °C nodig en voor een succesvolle broedval moet de minimale watertemperatuur 18 °C bedragen. De oesters kunnen ouder worden dan 5 jaar en ca. 10 cm groot worden (Anon., 1989).



Figuur 15 Verspreiding van de oester *Ostrea edulis* in de twee deelgebieden Oost en West in het Grevelingenmeer (1990-2000).

Figuur 16. Verandering in dichtheden van de oester *Ostrea edulis* in beide deelgebieden van het Grevelingenmeer (periode 1990-2000).



Annelida: *Arenicola marina* (wadpier)

Phylum:	Annelida
Klasse:	Polychaeta
Orde:	Capitellida
Familie:	Arenicolidae
Genus:	<i>Arenicola</i>

A. marina is één de belangrijkste bioturbatoren en voorwerkers is van het sediment (Cadée;1976). Als bioturbator heeft de wadpier grote invloed op de microbiologische gemeenschappen en biochemische activiteiten in het sediment (Reise, 1985; Reichardt, 1988) en op de verplaatsing van nutriënten (Asmus, 1986).

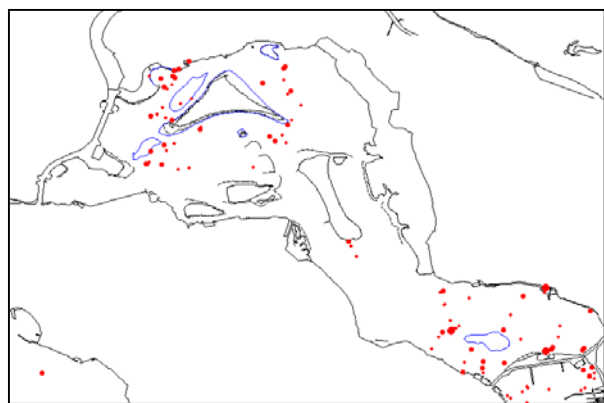
Voeding: *A. marina* is een selectieve deposit-feeder, die zich hoofdzakelijk voedt met bentische microalgen en bacteriën (Rijken, 1979; De Wilde & Farke, 1983). Deze soort selecteert de kleinere deeltjes (<300-400 µm) (Baumfalk, 1979), terwijl de grotere deeltjes uit gescheiden worden, waarbij ze de typische 'Hydrobia laag' vormen (Straaten, 1956 en Schäfer, 1962, in Cadée, 1976) aan het sedimentoppervlak.

Habitat preferenties: *A. marina* leeft ingegraven in L- tot J-vormige gangen op 20-40 cm diepte (Jakobsen, 1967; De Wilde & Farke, 1983; Bijkerk & Dekker, 1991) in het eulitoraal. Deze worm komt meestal voor in het alleronderste, horizontale gedeelte van de gang en neemt water en sediment tot zich, waardoor typische trechtervormige gangen in het sedimentoppervlak ontstaan (De Wilde & Farke, 1983). Juveniele wormen worden boven in het eulitoraal gevonden (Hartmann-Schröders, 1996). Wat het zoutgehalte betreft is deze soort relatief tolerant en prefereert euhaline tot mesohaline zoutgehaltes tot 12 ‰ prefereert (Bijkerk & Dekker, 1991; Hartmann-Schröder, 1996). De wadpier komt voor in wateren waarvan de jaargemiddelde temperatuur aan het oppervlak uiteenloopt van ca. 0-18 °C en de jaarlijkse temperatuurvariatie $2 < °C < 14$ bedraagt (Bijkerk & Dekker, 1991). *A. marina* een 'winterharde' soort: na strenge winters lijken de dichtheden eerder toe- dan af te nemen. Deze toename kan worden verklaard door een lagere sterfte door predatie tijdens de winter, gevolgd door een succesvolle recrutering in het jaar erop (Beukema, 1979, 1990). Wat betreft het zuurstofgehalte van het water is *A. marina* relatief tolerant: ze overleven minstens voorbijgaande anaerobe periodes (Bijkerk & Dekker, 1991; Hartmann-Schröder, 1996). In het Delta-gebied komen de wadpieren voor in fijn, middelfijn en slikkig zand (Wolff, 1973; Bijkerk & Dekker, 1991; Hartmann-Schröder, 1996). De dichtheid en de biomassa van deze soort toe neemt met het gehalte van organische stikstof en koolstof in het sediment, mits de deeltjesgrootte niet beneden een kritische grens komt.

Life history: op tweejarige leeftijd is de wadpier geslachtsrijp (Wells, 1957). Het afgeven van de voortplantingscellen vindt plaats in de herfst (Hartmann-Schröder, 1996). De mannetjes geven hun spermacellen meestal enige tijd na laagwater af, zodat hoge concentraties worden bereikt in het weinige water dat nog op het sediment aanwezig is (Farke & Berghuis, 1979). Door de ventilatiebewegingen van de vrouwtjes en de waterstroming worden de spermacellen aangevoerd en vindt bevruchting plaats (Bijkerk & Dekker, 1991). Omdat de bevruchte eitjes zwaarder dat het zeewater zijn, blijven ze op het substraat liggen, totdat de larven na 4-5 dagen uitkomen en ze onmiddellijk het substraat binnendringen (Wolff, 1973; Bijkerk & Dekker, 1991; Hartmann-Schröder, 1996). De opvolgende zomer (eerste vestiging) migreren de juvenielen terug naar de hogere gedeelten van de intergetijdzone door middel van passief transport (Farke *et al.*, 1979). Na de eerste vestiging, een hervestiging vindt bijna een jaar later plaats naar de lagere gedeelten en grove sedimenten (Beukema & Vlas, 1979).

Predatoren: de ingegraven volwassen wadpieren worden belaagd door grotere epibenthische predatoren (wadvogels en platvissen). Onder juvenielen is de mortaliteit door predatie hoger, ze worden o.a. gegeten door de wormen *Monocelis fusca* en *Nereis diversicolor* (Witte & De Wilde, 1979; Bijkerk & Dekker, 1991).

Begeleidende soorten: volgens Essink & Beukema (1988) maakt *A. marina* deelt uit van de *Macoma bathica*-gemeenschap van macrozoöbenthos. Nonnetje, kokkel, strandgaper, zandzager en de zeeduizendpoot zijn de karakteristieke soorten behoorde bij deze levensgemeenschap.



Figuur 17. Verspreiding van de wadpier *Arenicola marina* in het Grevelingenmeer (1990-2000)

Annelida: *Heteromastus filiformis* (draadworm)

Phylum:	Annelida
Klasse:	Polychaeta
Orde:	Capitellida
Familie:	Capitellidae
Genus:	Heteromastus

Voeding: niet selectieve deposit-feeder (Muus, 1967; Wolff, 1973), die zijn voedsel haalt uit de anaerobe laag tot 10 à 30 cm diepte. Bijkerk et al. (1996) geeft aan dat deze soort een subsurface deposit-feeder is, waarbij bacteriën vermoedelijk het voornaamste voedsel zijn. Rhoads (1974) geeft aan dat *H. filiformis* zich voedt met het dieper gelegen sediment, waardoor ze gerekend worden tot de functionele groep van de conveyer-belt feeders. Ze voeden zich 'head-down' op een zekere diepte beneden het sedimentoppervlak en de uitwerpselen worden aan het sedimentoppervlak uitgescheiden (Cadée, 1979).

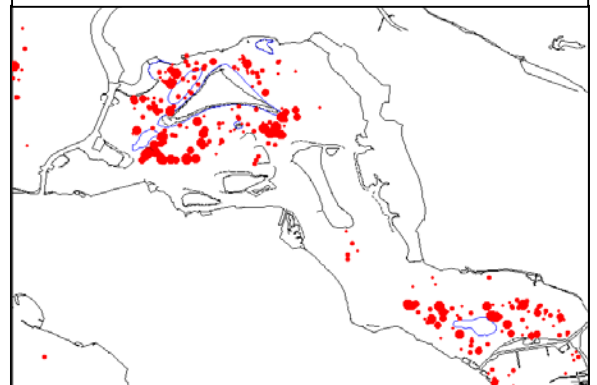
Preferenties: soort kan lage saliniteiten verdragen (euryhalien). De limiet van aanwezigheid ligt rond het isohalien van 3 g/l Cl⁻ bij hoog getij gedurende een gemiddeld rivierafvoer, maar deze soort wordt zeldzamer beneden de isohalien van 10 g/l Cl⁻ onder dezelfde omstandigheden (Wolff, 1973). De verticale verspreiding van deze soort reikt volgens Hartmann-Schröder (1996) van hoogst eulitoraal tot in het onderste Abyssal (4680 m). *H. filiformis* komt voor in zowel continentale als tropische klimaatsgebieden, met jaarisothermen van respectievelijk 0-5 °C en 28 °C (luchttemperatuur). Deze soort wordt zowel aangetroffen in diepere wateren waar de temperatuur gedurende het gehele jaar 4 à 5 °C bedraagt (Gerlach, 1981), als in estuaria waar het ongeveer 29 °C is (Dhevedaran, 1984). De soort bezit een hoge affiniteit voor zuurstof. Het dier zelf voert geen ventilatiebewegingen uit en is dus voor de zuurstoftoevoer afhankelijk van waterbeweging en diffusieprocessen (Bijkerk et al., 1996). *H. filiformis* prefereert minder goed gesorteerde modderige sedimenten, maar komt ook voor in fijn tot gemiddeld zand (Wolff, 1973; Cadée, 1979). Van deze soort wordt ook beweerd dat het een indicator is voor organische vervuilingen (Wass, 1967).

Life history: de voortplantingsperiode is in de lente. Larven zijn pelagisch (Giere, 1968). Van de juvenielen die in het voorjaar verschijnen, zijn maar de helft in de daaropvolgende winter seksueel gerijpt en daardoor in staat om in hun eerste levensjaar te reproduceren (Shaffer, 1983). De andere helft reproduceert alleen in hun tweede levensjaar. *H. filiformis* plant zich maar 1 keer voort en meestal gaan ze na een korte tijd na de voortplanting dood (Buchanan & Warwick, 1974).

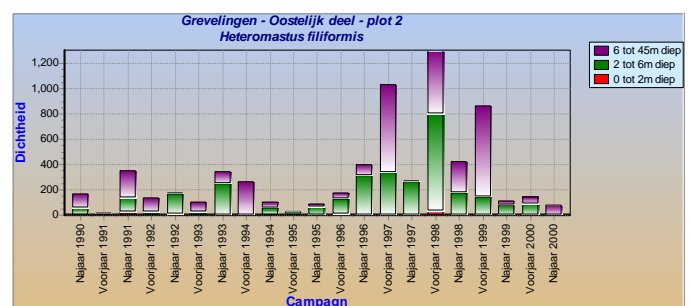
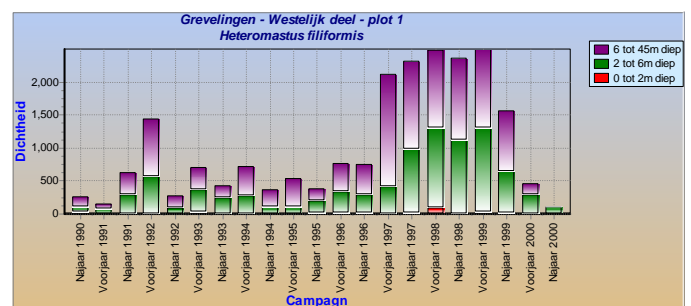
Predatoren: *H. filiformis* is een soort die gepreedeerd wordt door *Nephtys hombergii* (Beukema, 1987). De pasgevestigde juvenielen worden gegeten door carnivore platwormen (Watzin, 1986) en andere epibenthische predatoren, zoals krabben (*Carcinus maenas*), garnalen (*Crangon crangon*) en bodemvissen (Virnstein, 1977; Reise, 1985). De Vlas (1979 en 1981) heeft aangetoond dat de volwassen exemplaren op het menu staan van de schol (*Pleuronectes platessa*) en de bot (Platichthys flesus).

Begeleidende soorten: in de intergetijdzone van de kustwateren maakt *H. filiformis* deel uit van de *Macoma baltica*-gemeenschap. Karakteristieke soorten naast het nonnetje zijn de kokkel, strandgaper, wadpier, zandzager en de zeeduizendpoot. Naar Bijkerk et al. (1996).

Figuur 18. Verspreiding van *Heteromastus filiformis* in beide deelgebieden van het Grevelingenmeer.



Figuur 19. Dichtheden van de draadworm *Heteromastus filiformis* de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000).



Annelida: *Nereis diversicolor* (Veelkleurige of Iriserende Zeeduizendpoot)

Phylum: Annelida
Klasse: Polychaeta
Orde: Phyllodocida
Familie: Nereididae
Genus: *Nereis*

Voeding: in het algemeen wordt de soort geclassificeerd als omnivoor die verscheidene voedingsmethoden gebruikt (Ysebaert & Miere, 1999; Paalvast, 2000). Goerke (1966) beschrijft *N. diversicolor* als een deposit-feeder, carnivoor, reiniger, herbivoor en suspension-feeder. Ysebaert & Meire (1991) geeft aan dat deze soort een detritusetter, carnivoor, aaseter, planteneter en een filtreerder is.

Preferenties: geeft voorkeur aan ondiepe, mesohaline wateren (Muus, 1967; Wolff, 1973) en deze soort heeft een hoge tolerantie wat betreft het zoutgehalte (euruhalien) (Dales, 1951). *N. diversicolor* verdraagt zoetwater, maar tijdelijk ook extreme zoutgehalten van 139 g/l Cl⁻ (Hartmann-Schröder, 1996).

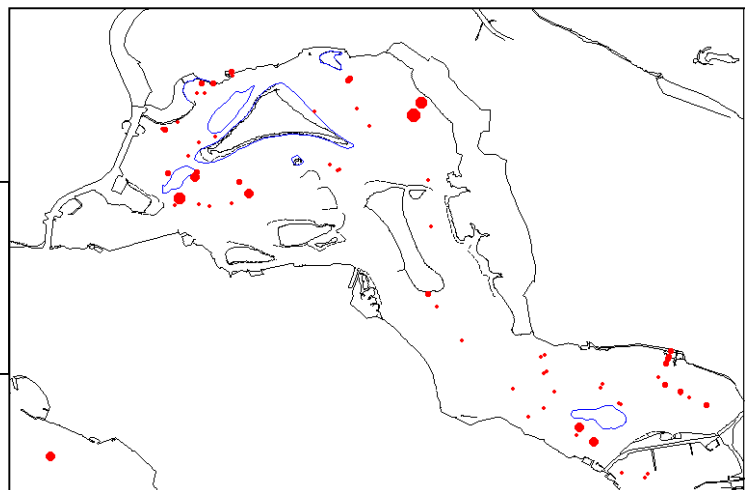
De verticale verspreiding is van supralitoraal tot sublitoraal tot een diepte van 40 m (Hartmann-Schröder, 1996). Soort is ongevoelig tegenover temperatuursverschillen (Wolff, 1973) en gebrek aan zuurstof (Hartmann-Schröder, 1996)

N. diversicolor komt voor in heel fijn, modderige sedimenten (Wolff, 1973), zandgronden (Hartmann-Schröder, 1996) maar in 'zwarte blubber' is de soort afwezig (Ysebaert & Meire, 1999; Muus, 1967).

Life history: soort graaft een gang van 20-30 cm diepte door middel van zijn snuit en het nakruipen van het lichaam. Het dier kan ook kronkelend over de bodem zwemmen. Gedurende de vorstperiode verplaatsen ze zich in het sediment tot 60 cm diepte, waar ze in extreme harde winters niet bevroren kunnen (Hartmann-Schröder, 1996).

N. diversicolor is een gonochorist (individuen zijn van gescheiden geslacht). Het aantal mannetjes in de populatie is lager dan de vrouwtjes (1-40%) (Wolff, 1973; Hartmann-Schröder, 1996). Soort is atocus en oviparus (plant zich voort door eieren) (Wolff, 1973). De bevruchting vindt in de gangen plaats die zich in de bodem bevinden. De eitjes en het sperma worden in de gangen gelegd, waarop de vrouwtjes sterven, terwijl de mannetjes waarschijnlijk nog met andere vrouwtjes kuitschieten alvorens ze sterven. De vrouwtjes die geen mannetje gevonden hebben schiet geen kuit en kunnen nog aanzienlijk groeien, voordat ze in het verloop van de zomer of herfst sterven (Hartmann-Schröder, 1996). De voortplanting vindt meestal plaats in het vroege voorjaar (Wolff, 1973; Hartmann-Schröder, 1996). Ysebaert & Meire (1999) geven aan dat de larven na een week uit de gangen komen, waarnaar ze op het oppervlak van het sediment of in de bovenste lagen van het sediment gaan vestigen. Tevens geven ze aan dat ze zelden of nooit in de waterkolom zijn waargenomen.

Figuur 20. Verspreiding van *Nereis diversicolor* in het Grevelingenmeer (1990-2000).



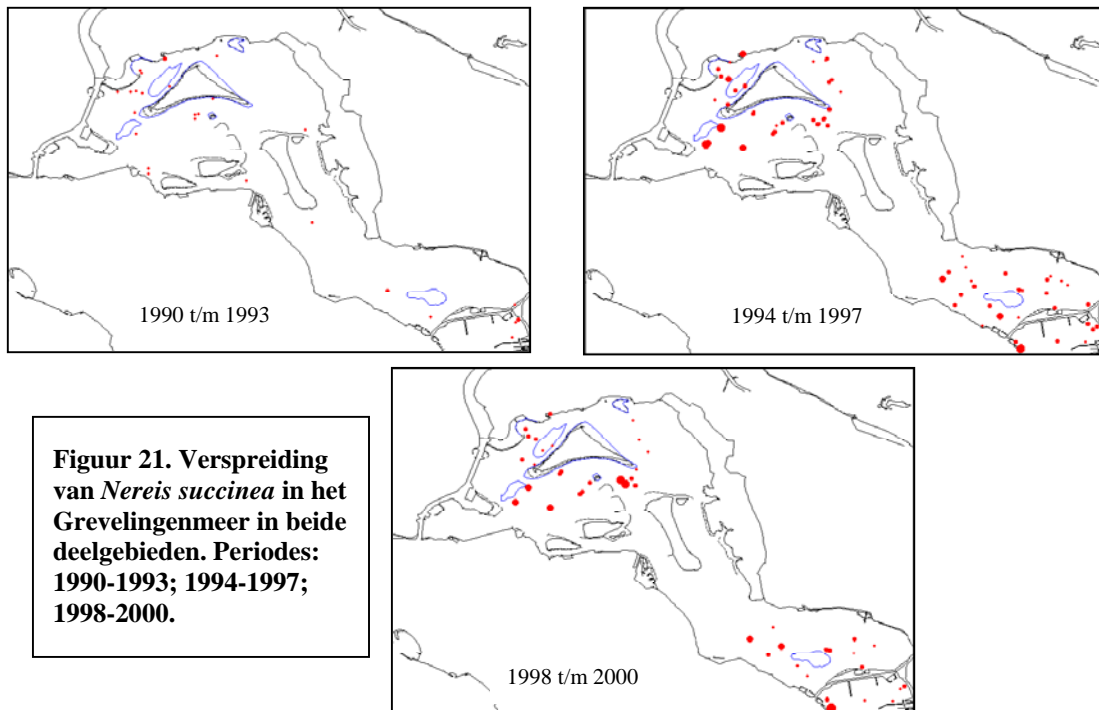
Nereis succinea (Ambergele zeeduizendpoot)

Voeding: niet selectieve deposit-feeder, die ook detritus tot zich neemt (Goerke, 1971; Hartmann-Schröder, 1996).

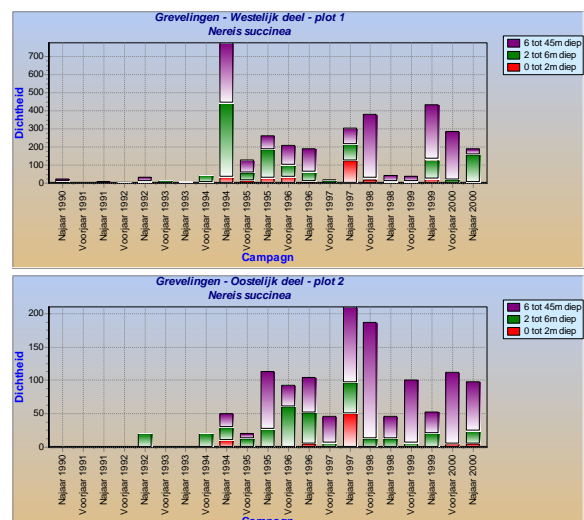
Phylum: Annelida
Klasse: Polychaeta
Orde: Phyllodocida
Familie: Nereididae
Genus: *Nereis*

Habitat preferenties: soort dringt zich het estuaria op tot de mesohaline zone (Ysebaert & Meire, 1999). Hartmann-Schröder (1996) geeft aan dat ze zoutconcentraties verdragen van euhalien tot oligohalieren en tijdelijk zoetwater. De verticale verbreiding van deze soort bedraagt: bovenste eulitoraal tot in hogere, zelden tot in het onderste sublitoraal (Hartmann-Schröder, 1996). *N. succinea* is geobserveerd in een groot verspreidingsgebied van diverse habitats; zand, slib, tussen schelpen, op mosselbedden en zelfs op palen en constructies die behoren tot de haven (Wolff, 1973). *N. succinea* is een indicator van vervuilingen (Filice, 1958; Wass, 1967). De worm beïnvloedt de zuurstof- en stikstof fluxen en het proces van denitrificatie in de bodem (Bartoli *et al.*; 2000).

Life history: leggen U-vormige graafgangen aan (Hartmann-Schröder, 1996). In de bevruchtingsperiode veranderen de atoke bodemdieren in de epitoke (verandering van het uiterlijk van de achterste lichaamssegmenten door concentratie van geslachtsproducten, naar: Kokke-Smits & Osse, 1968) heteronereis-stadium en zwemmen naar het wateroppervlak. Deze zwerfende epitoke wormen komen in grote aantallen voor in de periode juli-september (Wolff, 1973). De mannetjes zoeken de vrouwtjes actief uit en zwemmen snel rond, waarbij het sperma afgegeven wordt. Daarop schiet het vrouwtje kuit, zinkt langzaam af en sterft. Waarschijnlijk kunnen de mannetjes meerdere keren achterelkaar kuitschieten (Hartmann-Schröder, 1996). Bij een temperatuur van 20-21 °C vestigen na 10-14 dagen de vrij rondzwemmende larven (Wolff, 1973).



Figuur 22. Veranderingen in dichtheden van *Nereis succinea* in beide deelgebieden van het Grevelingenmeer (1990-2000).



Arthropoda: *Carcinus maenas* (strandkrab)

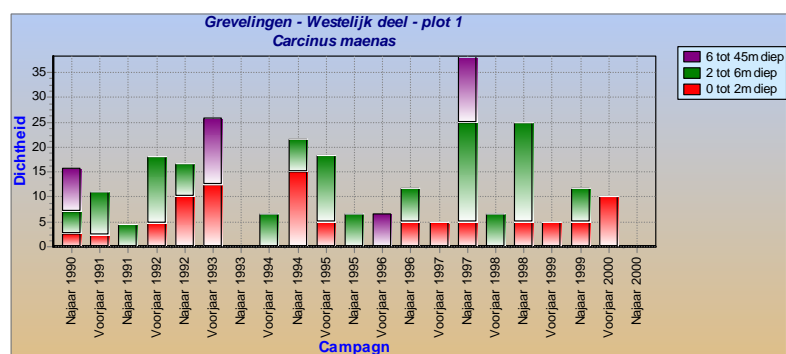
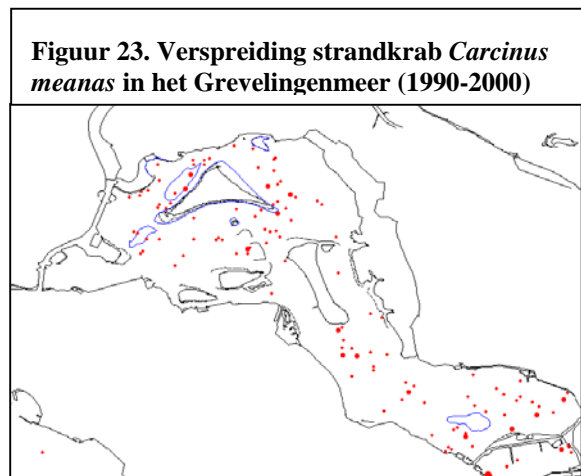
Phylum:	Arthropoda
Klasse:	Crustacea
Orde:	Decapoda
Familie:	Portunidae
Genus:	Carcinus

Voeding: *C. maenas* is een omnivoor die met het klimmen der jaren steeds meer carnivoor wordt (Klein-Breteler, 1983). Bij jonge dieren bestaat het voedsel uit dode en levende dieren en plantaardig materiaal. Oudere dieren eten alles, mits het formaat dat van henzelf niet overstijgt. Zo worden schelpdieren en zee-egels gekraakt met de sterke klauwen. Ook wormen, kleine visjes en Crustaceëen (garnalen en andere soorten) vormen een gemakkelijke prooi. Aas en algen worden ook gegeten (Paalvast, 2000; Le Calvez 1978).

Habitat preferenties: volwassen strandkrabben zijn euryhalien met een optimaal zoutgehalte van 15-18 g/l Cl⁻ (Haas, 1998). De soort beweegt mee met de verschuiving van de saliniteitsgradiënt in de loop van het seizoen. De mate waarin schommelingen in het zoutgehalte worden verdragen is afhankelijk van de temperatuur. Lage zoutgehalten worden in de winterperiode getolereerd (Paalvast, 2000). Adema (1991) geeft aan dat *C. maenas* voorkomt in brak tot vrijwel zout water, met een minimum zoutgehalte van ca. 7 promille Cl⁻. De strandkrab is een bewoner van het kustwater en van estuaria. Ze stellen weinig eisen aan het milieu waarin ze leven, variërend van hard substraat tot veen, klei, slib en zand (Wolff & Sandee, 1971) en onder stenen en planten.

Life history: (Adema, 1991) bij een carapaxbreedte van ca. 20 mm zijn de strandkrabben geslachtsrijp. De paartijd vindt plaats in de periode juli-september. De mannetjes vervellen voor die tijd, in mei en juni. De wijfjes kunnen alleen in zachte toestand paren. Enkele dagen voor haar vervelling wordt het vrouwtje door het mannetje onder zich meedragen, met het schild tegen zijn buikzijde aangedrukt. Hierna vindt de afgifte van sperma plaats in de monding van de geslachtsopening van het vrouwtje (spermaplug). De spermaplug sluit de geslachtsopeningen van het vrouwtje af en voorkomt verlies van sperma. Na de paring draagt het mannetje het vrouwtje nog enkele dagen met zich mee tot haar pantser geheel verhard is. De eieren worden in het najaar of in het daarop volgende voorjaar gelegd. Bij het eierleggen wordt het achterlijf dicht tegen de onderzijde van het lichaam gedrukt, zodat er een gesloten ruimte ontstaat. De spermaplug lost op en de eieren die door de geslachtsopening naar buiten komen worden bevrucht door het sperma. Een deel van de eieren komt in de broedruimte terecht. Door de broedruimte te openen en de pleopoden te bewegen, kan het vrouwtje een waterstroom opwekken die ervoor zorgt dat de eieren steeds door vers, zuurstofrijk water omgeven zijn. Na enkele maanden komen de eieren uit. De larven verlaten als pre-zoëa het ei en vervelt vrijwel gelijk tot eerste zoëa (larvenstadium). Er zijn vier zoëastadia. Naar.

Predatoren: de strandkrab vormt belangrijk voedsel voor vissen en vogels. De juvenielen worden ook wel door zeeanemonen gegeten (Adema, 1991).



Figuur 24. Dichtheden van de strandkrab in de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000)

Arthropoda: *Corophium insidiosum* (slijkgarnaal)

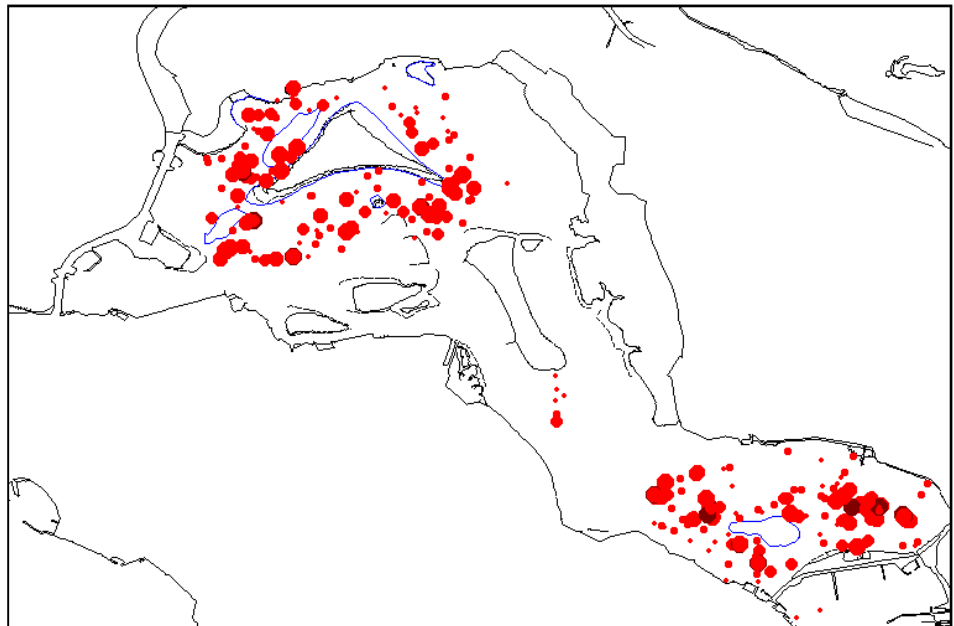
Voeding: soort is een selectieve deposit-feeder (Wolff, 1973). Paalvast (2000) geeft aan dat *Corophium spec.* selectieve detrituseters en filterfeeders zijn, die zich voeden met bacteriën en in minder mate diatomeeën.

Phylum: Arthropoda
Klasse: Crustacea
Orde: Amphipoda
Familie: Corophiidae
Genus: Corophium

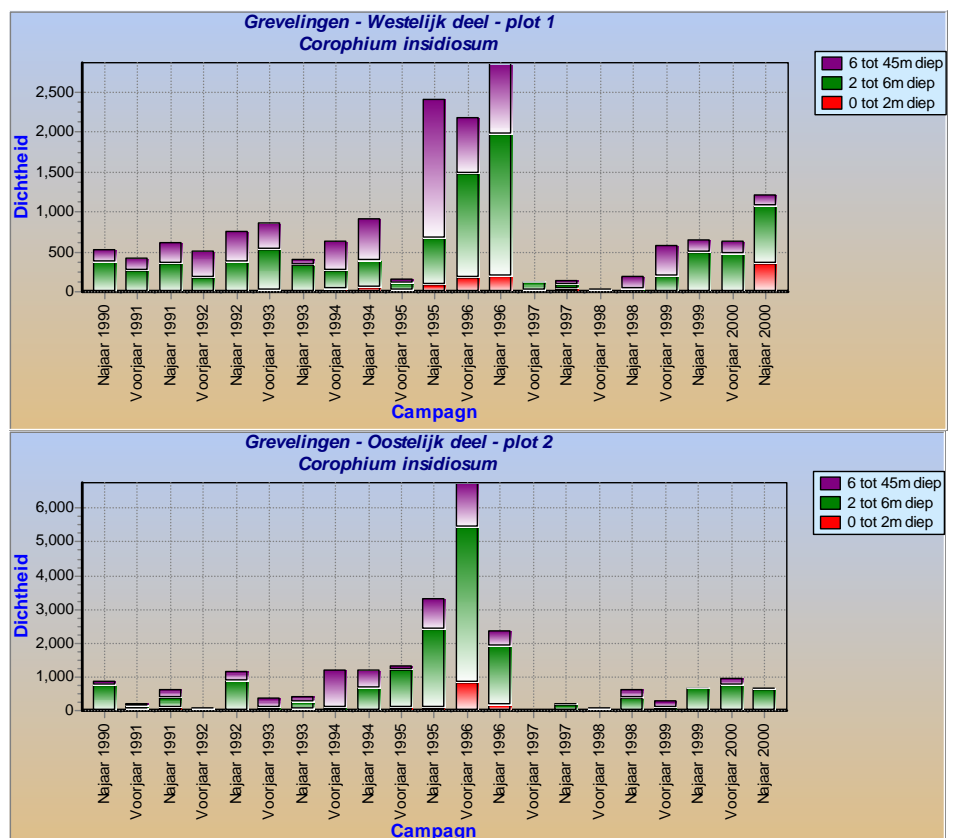
Habitat preferenties: *C. insidiosum* is een brakwater soort en werd veelvuldig gevonden in bepaalde inlandse brakwateren tussen 8 en 15 ‰ Cl, maar in 2 monsters van de Oosterschelde kwam deze soort voor bij saliniteit van 16-17‰. Ze prefereren fijn en slijkgig zand.

Life history: geen pelagische larven (Wolff, 1973).

Figuur 25. Verspreiding van *Corophium insidiosum* binnen de twee deelgebieden van het Grevelingenmeer (1990-2000)



Figuur 26. Dichtheden van *Corophium insidiosum* in de deelgebieden West (boven) en Oost (onder) van het Grevelingenmeer (1990-2000)



Arthropoda: *Microdeutopus gryllotalpa*

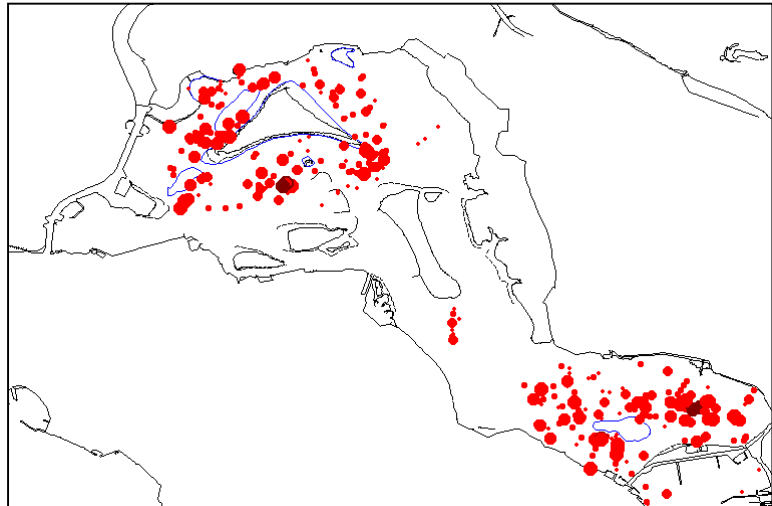
Voeding: ?

Habitat preferenties: soort leeft in het intergetijd gebied te midden van algen, vaak in plasjes met stenen, in grasmatten en in zoute moerassen. *M. gryllotalpa* kan ook voor komen in subgetijd gebied tot een diepte van 150 meter altijd in associatie met een rijke aanbod van detritus (Myers, 1968).

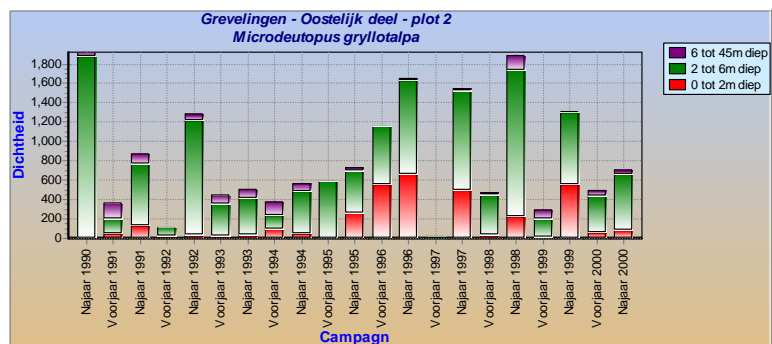
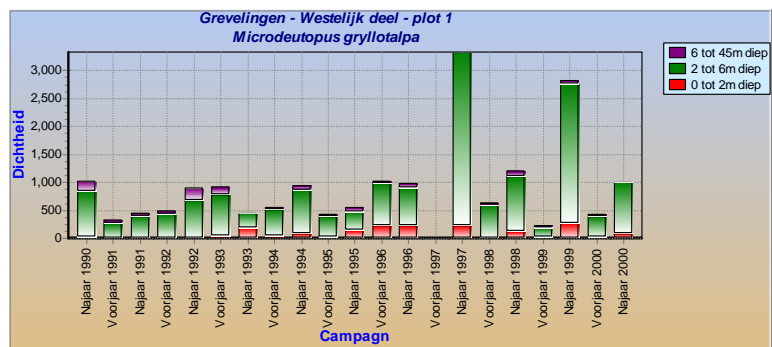
Life history: ?

Phylum: Arthropoda
Klasse: Crustacea
Orde: Amphipoda
Familie: Aoridae
Genus: *Microdeutopus*

Figuur 27. Verspreiding van *Microdeutopus gryllotalpa* in beide deelgebieden van het Grevelingenmeer (1990-2000).



Figuur 28. Veranderingen in dichtheden van *Microdeutopus gryllotalpa* in het Grevelingenmeer (1990-2000) in deelgebied West (boven) en deelgebied Oost (onder).



Literatuurlijst Ecoprofielen



- Adema, J.P.H.M., *Krabben van Nederland en België (Crustacea, Decapoda, Brachyura)*, Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden, 1991
- Anoniem. *Ecologisch profiel bodemdieren: referentie toestand, huidige toestand, ecologie, ingreep-effectkennis*, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, Den Haag, 1989.
- Asmus, R., *Nutrient flux in short-term enclosures of intertidal sand communities*, *Ophelia* 26, 1-18, 1986.
- Barnes, R.S.K. & J.G. Greenwood, *The response of the intertidal gastropod Hydrobia ulvae (pennant) to sediment of differing particle size*, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 31: 43-54.
- Bartoli, M., Nizolli, D., Welsh, D.T., Viaroli, P., (2000). *Short-term influence of recolonisation by the polychaete worm Nereis succinea on oxygen and nitrogen fluxes and denitrification a microcosm simulation*. *Hydrobiologia* 431: 165-174.
- Baumfalk, Y.A., *Heterogeneous grain size distribution in tidal flat sediment caused by bioturbation activity of Arenicola marina (Polychaeta)*, *Neth. J. Sea Res.* 13, 428-440, 1979.
- Beal, B.F., C.D. Lithgow, D.P. Shaw, S. Renshaw & D. Oullette, *Overwintering hatchery-reared individuals of the soft-shell clam, Mya arenaria L.: a field test of site, clam size, and intraspecific density*, *Aquaculture* 130, 145-158, 1995.
- Beukema, J.J., *Biomass and species richness of macrobenthic animals living on a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea: effects of a severe winter*, *Neth. J. Sea Res.* 13: 203-223, 1979.
- Beukema, J.J. & J. De Vlas, *Population parameters of the lugworm, Arenicola marina, living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea*, *Neth. J. Sea Res.*, 13, 331-353, 1979.
- Beukema, J.J., *Influence of the predatory polychaete Nephtys hombergii on the abundance of other polychaetes*, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 40: 95 – 101, 1987.
- Beukema, J.J., *Expected effects of changes in winter temperatures on benthic animals living in soft sediments in coastal North Sea areas*, p. 83-92 in: Beukema, J.J., W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (eds), *Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990.
- Bijkerk, R. & P.I. Dekker, *De wadpier Arenicola marina (Polychaeta): Ecologisch profiel*, RDD
- Buchanan, J.B. & R.M. Warwick, *An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast*, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 54: 197-222, 1974.
- Cadée, G.C., *Sediment reworking by Arenicola marina on tidal flats in the Dutch Wadden Sea*, *Neth. J. Sea Res.* 13, 117-153, 1976.
- Cadée, G.C., *Sediment reworking by the polychaete Heteromastus filiformis on a tidal flat in the Dutch Wadden Sea*, *Neth. J. Sea Res.* 13: 441-456, 1979.
- Chatfield, J.E., *Studies on variation and life history in the prosobranch Hydrobia ulvae (Pennant)*, *J. Conch.* 27: 463-473, 1972.
- Dales, R.P., *An annual history of a population of Nereis diversicolor O.F. Müller*, *Biol. Bull.* 101: 131-137, 1951.
- De Vlas, J. de, *Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the Dutch wadden Sea, with special reference to consumption of regenerating parts*, *Neth. J. Sea Res.* 13: 117-153, 1979.
- De Vlas, J. de, *On cropping and being cropped: the regeneration of body parts by benthic organisms*, pp. 173-177 in: Jones, N.V. & W.J. Wolff, (eds) *Feeding and survival strategies of estuarine organisms*, Plenum Press, New York, 1981.
- De Wilde, P.A.W.J. & H. Farke, *The lugworm Arenicola marina*. In: Dankers N., H. Kühl & W.L. Wolff (eds.) *Ecology of the Wadden Sea, Vol 1 (4)*, Balkema, Rotterdam, 111-113, 1983.
- Entrop, B., *Schelpen vinden en herkennen*, Zutphen, 1989.
- Essink, K. & J.J. Beukema, *Long-term changes in intertidal and shallow-subtidal sedimentary zoobenthos, Paper presented at the COST-647 workshop on spece and time series data in coastal benthic ecology*, Crete, Greece, Sept 20-24, 1988, 16 p., 1988.
- Farke, H. & E.M. Berghuis, *Spawning, larval development and migration behaviour of Arenicola marina in the laboratory*, *Neth. J. Sea Res.* 13: 512-528, 1979.
- Farke, H, P.A.W.J. de Wilde & E.M. Berghuis, *Distribution of juvenile and adult Arenicola marina on a tidal mud flat and the importance of nearshore areas for recruitment*, *Neth. J. Sea Res.* 13, 354-361, 1979.
- Fenchel, T. & J.H. Kofoed, *Evidence for exploitative interspecific competition in mud snails (Hydrobiidae)*, *Oikos* 27: 367-376, 1971.
- Filice, F.P., *Invertebrates from the estuarine portion of San Francisco Bay and some factors influencing their distribution*, *Wasmann J. Biol.*, 16: 159-211, 1958.
- Gerlach, S.A., *Marine pollution, diagnosis and therapy*, Springer-Verlag, Berlin, 1981.
- Giere, O., *Die fluktuationen des marinen zooplanktons im Elbe-Aestuar. Beziehungen zwischen populations-schwankungen und hydrographischen factoren im brackwasser*, *Arch. Hydrobiol.*, 31 (Suppl. Elbe-Aestuar, 3): 389-546, 1968.



- Goerke, H., *Nahrungsfiltration von Nereis diversicolor* O.F. Müller (*Nereidae*, *polychaeta*), Veröffentl. Inst. Meeresforsch (Bremerhaven) 10:49-58, 1966.
- Goerke, H., *Die Ernährungsweise der Nereis-Arten (Polychaeta, Nereidae) der deutschen Küsten*, Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 13:, S. 1-50, 1971.
- Haas, H.A., *Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij*, Rapport RIKZ – 98.036, 1998.
- Hartmann-Schröder, G., *Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta 2., neubearbeitete Auflage*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 1996.
- Huxham, M., D. Raffaelli & A.W. Pike, *The effect of larval trematodes on the growth and burrowing behaviour of Hydrobia ulvae (gastropoda: prosobranchia) in the Ythan estuary, north-east Scotland*, J. Exp. Mar. Ecol. Biol. 185, 1-17, 1995.
- Hylleberg, J. & H. Riis-Vestegaard, *Marine environment; the fate of detritus*, Akedemisk Forlag, Copenhagen, 288 pp., 1984.
- Hylleberg, J., *Distribution of hydrobiid snails in relation to salinity, with emphasis on shell size and co-existence of the species, Ophelia*, Suppl. 4: 85-100, 1986.
- Jakobsen, V.H., *The feeding of the lugworm, Arenicola marina (L.)*, Quantitative studies, *Ophelia* 4, 91-109.
- Jonsson, P. & R. André, *Mass mortality of the bivalve Cerastoderma edule on the Swedish west coast caused by infestation with the digenean trematode Ceracaria cerastodermae*, *Ophelia* 36, 151-157, 1992.
- Klein-Breteler, W.C.M., *Life histories of some important Wadden Sea invertebrates. The shore crab Carcinus maenas*, In: *Ecology of the Wadden Sea*, Wolff, W.J. (ed.). Vol. 1 (4): 119-121, 1983.
- Kokke-Smits, M.E. & J.W.M. Osse, *Technische termen, ten gebruike bij het zo"logische en anatomisch onderwijs aan nederlandse universiteiten*, E.J. Brill, Leiden, 1968.
- Lopez, G.R. & L.H. Kofoed, *Epipsammic browsing and deposit feeding in mud snails (Hydrobiidae)*, J. mar. Res. 38: 584-599, 1980.
- Le Calvez, J.C., *Location of the shore crab Carcinus maenas L., in the food web of a managed estuary ecosystem: the Rance basin (Brittany, France)*, *Investigación Pesquera* 51 (supl. 1): 431-442, fig. 1-6, 1978.
- Minchella, D.J., *Host life-history variation in response to parasitism*, *Parasitology* 90, 205-216, 1985.
- Möller, P. & R. Rosenberg, *Recruitment, abundance and production of Mya arenaria and Cardium edule in marine, shallow waters, western Sweden*, *Ophelia* 22, 33-55, 1983.
- Myers, A.A., *A revision of the amphipod genus Microdeutopus Costa (Gammaridae: Aoridae)*, Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (zool.) 17(4): 91-148, 1968.
- Muus, B.J., *The fauna of danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone*, Medd. Danmarks Fisk. Havundersøg., (n. ser.) 5 (1): 1-316, 1967.
- Paalvast, P., *Zoet Zout Zuid-Holland, Autoecologie van enige karakteristieke estuariene organismen*, Rijkswaterstaat, RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad, 2000.
- Reise, K. *Tidal flat ecology*, Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- Rhoads, D.C., *Organism-sediment relations on the muddy seafloor*, Ann. Rev. mar. biol. 12: 263-300, 1974.
- Rijken, *Food and food uptake in Arenicola marina*, Neth. J. Sea Res. 13, 406-421, 1979.
- Shaffer, P.L., *Population ecology of Heteromatus filiformis (Polychaeta: Capitellidae)*, Neth. J. Sea Res. 17: 106-125, 1983.
- Steur, C., J. Seys, J. Eppinge, *Ecologisch profiel van de Strandgaper (Mya arenaria)*, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag, 1996.
- Tenore, K.R., *Utilization of aged detritus derived from different sources by the polychaete Capitella capitata*, Marine Biology 44: 51-55, 1977.
- Tenore, K.R. & R.B. Hanson, *Availability of detritus of different types and ages to a polychaete macroconsumer, Capitella capitata*, Limnol. Oceanogr. 25(3): 553-558, 1980.
- Tydemans, P., *Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (Mytilus edulis L.)*, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Den Haag, 1996.
- Verwey, J., *The Cockle Cerastoderma edule. Life histories of some important Wadden Sea invertebrates*. In: Dankers, N., H. Kühl & W.J. Wolff (eds.) *Ecology of the Wadden Sea*, Vol 1(4). Balkema Rotterdam, p. 115-116, 1981.
- Virnstein, R.W., *The importance of predation by crabs and fishes on benthic infauna in Chesapeake Bay*, Ecology 58: 1199-1217, 1977.
- Warwick, R.M. & R. Price, *Macrofauna production in an estuarine mudflat*, J. mar. biol. Ass. U.K. 55: 1-18, 1975.
- Wass, M.L., *Biological and physiological basis of indicator organisms and communities II. Indicators of pollution*, In: TH. A. Olson & F.J. Burgess (ed), *Pollution and marine ecology*: 271-283, 1967.
- Watzin, M.C., *Larval settlement into soft-sediment systems: interactions with the meiofauna*, J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 98: 65-113, 1986.
- Wells, G.P., *The life of the lugworm*, New Biol. 22, p. 39-55, 2 Taf., 5 Abb., 1957.

- Witte, F. & P.A.W.J. De Wilde, *On the ecological relation between Nereis diversicolor and juvenile Arenicola marina*, Neth. J. Sea Res. 13: 394-405, 1979.
- Wolff, W.J., *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*, Zoologische verhandelingen 126: 1-242, Leiden, 1973.
- Wolff, W.J. & A.J.J. Sandee, *Distribution and ecology of the decapoda reptantia of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt*, Neth. J. Sea Res. 5: 197-226, 1971.
- Yankson, K., *Observations on byssus systems in the spat of Cerastoderma glaucum and C. edule*, J. mar. biol. Ass. U.K. 66, 277-292, 1986.
- Ysebaert, T. & P. Meire, *Het macrozoobenthos van de Westerschelde en de Beneden Zeeschelde*, Rijksuniversiteit Gent, Instituut voor Natuurbehoud, 1991.
- Ysebaert, T. & P. Meire, *Macrobenthos of the Schelde estuary: predicting macrobenthic species responses in the estuarine environment, a statistical analysis of the Schelde estuary macrobenthos within the ECOFLAT project*, Report Institute of Nature Conservation, Brussel, 1999.
- Ysebaert, T., *Macrozoobenthos and waterbirds in the estuarine environment: spatio-temporal patterns at different scales*, Institute of Nature Conservation, Brussel, 2000.

BIJLAGE III

Relatie Kreeftachtigen-Geoorde Futen

-  (Lineaire) afname: $p < 0.05$
-  afname: $0.05 < p < 0.10$

-  (Lineaire) toename: $p < 0.05$
-  toename: $0.05 < p < 0.10$

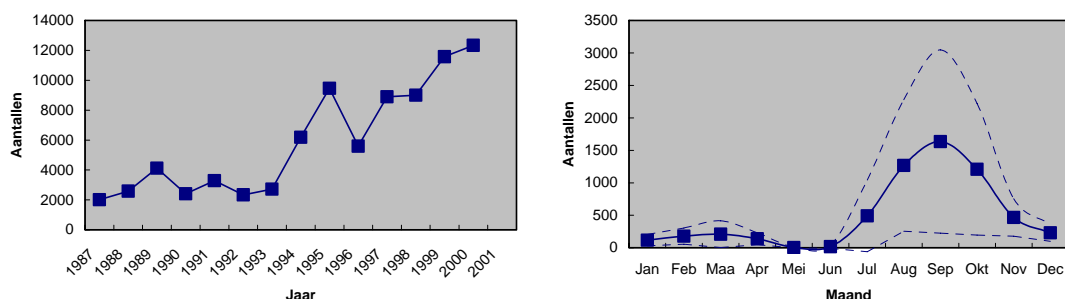
Ontwikkelingen van Kreeftachtigen (Crustaceae) in de Ondiepe Strata (0-2, 2-6 m) van beide Deelgebieden van het Grevelingenmeer gedurende de Periode 1990-2001

Een gedetailleerde analyse is gemaakt van de ontwikkeling van het aantal Kreeftachtigen (Crustaceae) in relatie tot het voorkomen van geoorde futen in beide deellocaties van de Grevelingen naar strata en ontwikkeling in de tijd.

De analyse kan mogelijk inzicht geven in beschikbaarheid van bepaalde fracties van het macrobenthos die dienst doen als voedselbron voor bepaalde soorten vogels. Opmerkelijk is dat sinds halverwege de jaren 90 in het gebied een toename heeft plaatsgevonden van het aantal lepelaars en geoorde futen (Fig. 1). Het zijn name deze vogels die zich in en om de deelgebieden blijken op te houden waar het macrobenthos bemonsterd wordt: langs de slikken van Flakkee en ten zuidwesten van Nieuwe Tonge. Beide deelgebieden kunnen functioneren als voedselbron voor de geoorde futen. Derhalve is het zinvol om de trends die optreden bij de Kreeftachtigen meer in detail te analyseren.

Voor een eerste verkenning is het niet wenselijk om alleen die monsters te analyseren die alleen dicht aan de gebieden slikken van Flakke en Nieuwe Tonge grenzen. Dit vanwege het feit dat de bemonstering binnen een deelgebied niet op verschillende vaste locaties binnen de deelgebieden plaatsvindt maar, op locaties die door het toeval worden bepaald. De dataset zou dusdanig verkleind worden dat er in eerste instantie geen goed beeld ontstaat van de dynamiek van de Kreeftachtigen populatie in de deelgebieden en niet goed gekeken kan worden naar de mogelijke trends. De analyse heeft derhalve plaatsgevonden op de beide datasets die beschikbaar zijn voor de twee deelgebieden.

Figuur 1. Aantallen geoorde futen in de Grevelingen. Links toename sinds 1987. Rechts: maandgemiddelden: stippellijn geeft Standaard deviatie weer.



De beschikbare gegevens zijn geanalyseerd met in het achterhoofd de volgende vragen:

- (i) Zijn er significante verschillen tussen de twee deelgebieden en twee dieptestrata in dichtheden en biomassa van de Kreeftachtigen?
- (ii) Kan er een verband gelegd worden tussen de aanwezigheid van Kreeftachtigen en die van de geoorde fuut?
- (iii) Welke soorten zijn verantwoordelijk voor de verschillen tussen de deelgebieden en /of strata en zijn er indicator soorten?

- (iv) Zijn er veranderingen in de tijd in de samenstelling van de gemeenschap aan Kreeftachtigen waar te nemen?

De gegevens zijn geanalyseerd met behulp van zowel univariate en multivariate methodieken. Met behulp van een univariate analyse wordt gekeken naar de verandering die steeds bij individuele soorten optreedt. De multivariate technieken zijn geschikt om verschillen (veranderingen en trends) op gemeenschapsniveau te bestuderen en welke soorten in belangrijke mate bijdragen tot deze veranderingen. De veranderingen die optreden bij een soort kunnen o.a. het gevolg zijn van een verandering in omgevingsfactoren of tengevolge van interacties met andere soorten. Door middel van het leggen van relaties en correlaties tussen deze factoren, kan bepaald worden, in hoeverre er mogelijk spraken is van causale verbanden. Deels verwijzen wij hiervoor naar de hoofdstudie. Beide technieken vullen elkaar aan, en geven inzicht in de dynamiek en de veranderingen die op soort- en gemeenschapsniveau optreden.

Gegevens

Twee deelgebieden worden zowel in het voorjaar als het najaar bemonsterd in drie verschillende diepte strata. Per diepte stratum worden 10 cores genomen van 20 cm². Vanaf najaar 1990 wordt het macrobenthos in het voorjaar als het najaar bemonsterd. Om inzicht te krijgen in veranderingen en verschillen tussen de deelgebieden en strata zijn voor deze analyse de data van een monstercampagne en dieptestratum geaggregeerd tot een waarneming. De geanalyseerde set bestond derhalve uit 88 monsters. De gegevens worden bewaard en beheerd in het Benthisch Informatie Systeem van het NIOO-CEMO (zie voor verdere informatie het hoofddocument).

Univariate Analyse

De gegevens met betrekking tot de Kreeftachtigen zijn samengevat in tabel 1 tot en met 4 van deze bijlage. In de twee deelgebieden van Grevelingen werden 39 verschillende taxa aangetroffen gedurende de periode 1990-2001.

In aantallen zijn de volgende soorten van belang: de amphipoden *Microdeutopus gryllophata*, *Corophium insidiosum* die in beide strata in aantallen de hoogste dichtheden bereiken. In biomassa zijn de volgende soorten van belang: *Carcinus maenas* en de garnaal *Crangon crangon*. Zowel totale dichtheden als biomassa zijn in het stratum 2-6 m hoger dan in het 0-2 m stratum. Dit geldt voor beide deelgebieden.

In aantallen wordt een toename in gesignaleerd voor *Microdeutopus gryllophata* en *Corophium bonnellii* in het stratum van 2-6 m in deelgebied West. *Urothoe poseidonis* is verdwenen uit het stratum van 0-2 m en *Melita palmata* is niet meer waargenomen sinds het begin van de jaren 90 in het stratum van 2-6 m. In het westelijk deelgebied zijn de kleine Kreeftachtigen mogelijk in aantal toegenomen in het stratum van 2-6 m.

In biomassa worden significante trends gemeten voor *Urothoe poseidonis*, *Corophium bonnellii*, *Microtopus maculatus* en *Carcinus maenas*. Voor beide laatstgenoemde soorten is het maar zeer de vraag of er sprake is van een trend. Bij *Microtopus maculatus* is er geen sprake meer van een trend als de voorjaargegevens van 2001 betrokken worden bij een analyse. Voor de krab *Carcinus maenas* kan één enkel groot exemplaar reeds leiden tot significante toename in de biomassa waardoor al gauw een vertekend beeld ontstaat. Voor de

andere soorten worden geen significante veranderingen gesignaleerd over de onderzochte periode.

Analyse met behulp van Multivariate technieken.

Multivariate statistische technieken geven de mogelijkheid veranderingen op populatie en gemeenschapsniveau te volgen. In de loop van de tijd zijn er verschillende multivariate technieken ontwikkeld. In deze analyse wordt gebruik gemaakt van multidimensionele schaaltechniek ofwel MDS. De techniek ordent de beschikbare informatie (b.v. overeenkomsten tussen de monsters van een deelgebied, seizoen, stratum) op een visuele wijze in twee of drie dimensionale plots. Een voordeel ten opzichte van de in het hoofddocument gepresenteerde PCA gerelateerde technieken is dat er minder rekening gehouden hoeft te worden met de wijze waarop in de dataset de gegevens per soort verdeeld zijn (normale verdeling). De voorwaarde dat de data bij benadering een normale verdeling bezitten is minder van belang. Transformaties dienen om meer gewicht toe te kennen aan de soorten die slechts weinig voorkomen in de monsters zonder deze direct uit te sluiten van de analyse. De uiteindelijke ruimtelijke ordening van de monsters vindt plaats door middel van het uitvoeren van een groot aantal tests. B.v. dat in de huidige dataset de soortgegevens niet normaal verdeeld zijn kan gemakkelijk geconstateerd worden in de tabellen 1 t / m 4 van deze bijlage: de standaard deviaties zijn steeds groot ten opzichte van de gemeten gemiddelden hetgeen resulteert in een relatief hoge waarde van de Coëfficiënt van Variatie. Derhalve lijkt voor de huidige set gegevens MDS een geschikte methode.

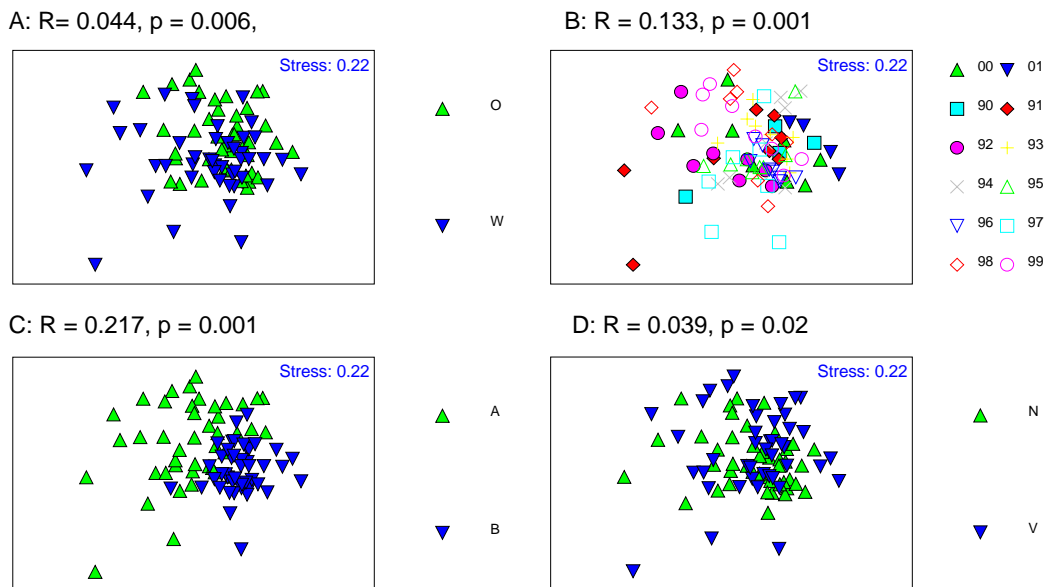
De overeenkomst of similariteit tussen monsters wordt bepaald aan de hand de dichtheid, biomassa of slechts de aan / afwezigheid van soorten. Monsters die geen overeenkomst in soorten hebben, bezitten een similariteit van 0%. Monsters die in soortensamenstelling overeenkomen, en bovendien ook in dichtheid of biomassa gelijk zijn, bezitten een similariteit van 100%. Van alle monsters tezamen wordt een matrix opgesteld. Eerst genoemde monsters zullen in een twee dimensionale ruimte ver uit elkaar liggen en monsters met overeenkomstige soortensamenstelling en dichtheden over elkaar heen. De similariteit (variërend van 0-100%) is een maat voor de afstand tussen de monsters en wordt gebruikt om de afstanden in een twee of soms drie dimensionale ruimte te creëren. Dit bepaald uiteindelijk de plaats in de ruimte ten opzichte van de andere monsters. Door middel van permutatietests wordt de waarde van de “R-statistic” bepaald. De waarde bepaald in hoeverre de ruimtelijke verdeling van de monsters berust op toeval of wordt bepaald door factoren zoals in dit geval deelgebied, stratum, jaar en /of seizoen. Tegelijkertijd wordt de stress bepaald: d.i. in hoeverre de ruimtelijke ordening van de gegevens in de twee dimensionale ruimte de aanwezig variatie samenvat. Bij een te hoge stress zijn er mogelijk andere aspecten / factoren die een rol spelen bij een ruimtelijke verdeling van de monsters. Voor verdere informatie wordt verwezen naar Clarke (1993, 2001).

In Figuur 2 worden de opnamegegevens van de Kreeftachtigen uit de macrobenthosmonsters die beschikbaar zijn van de voor- en najaarsmetingen voor de periode 1990-2001 in beide deelgebieden, middels MDS geordend. De afstand tussen de monsters zegt iets in hoeverre de monsters (niet) op elkaar lijken. De waarde van de zogenaamde “R-statistic” en de *p*-waarde worden eveneens in de figuur gegeven. Als nulhypothese wordt getest dat er geen ruimtelijke verschillen tussen de monsters van de verschillende groepen bestaan. Zijn er significante verschillen dan wordt de alternatieve hypothese (er zijn verschillen) aanvaard. Uit Figuur 2 is op te maken dat er significante verschillen bestaan in samenstelling van Kreeftachtigen tussen de twee deelgebieden, strata, jaren en seizoenen. Ook kan de bijdrage van individuele soorten aan de ruimtelijke verdeling worden geëvalueerd (Figuur 3). De grootte van de gekleurde bel

geeft aan hoe en waar een soort binnen de tweedimensionale verdeling van de verschillende opnames voorkomt.

Via een zogenaamde afbraakmethode kunnen de soorten bepaald worden die in belangrijke mate voor de ruimtelijke patronen zorgen en voor een onderscheid tussen de verschillende factoren. Uit de huidige analyse kwam naar voren dat niet verschillen tussen soorten het onderscheid tussen de factoren bepalen, maar verschillen in dichtheden van de belangrijkste soorten (o.a. *Microdeutopus gryllophata*, en *Corophium insidiosum*) (resultaten worden verder niet getoond).

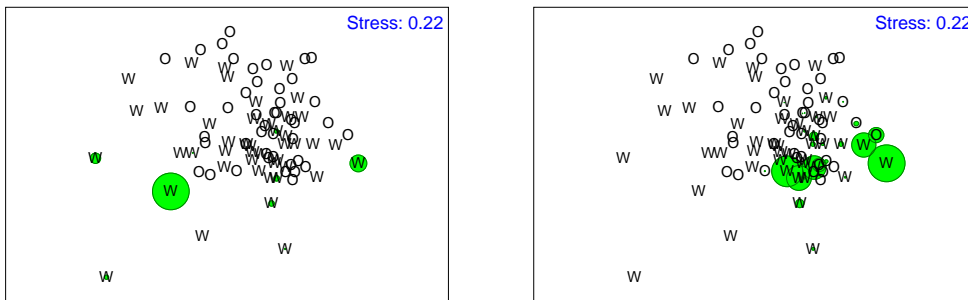
Figuur 2. Tweedimensionale MDS-ordinatie van de macrobenthosmonsters (alleen gegevens van Kreeftachtigen gebruikt) van beide deelgebieden van de Grevelingen, periode 1990-2001. A: Ordinatatie van de monsters met als factor de deelgebieden Oost en West; B: Ordinatatie met als factor de verschillende jaren; C: Ordinatatie met als factor de twee strata (A: 0-2 m; B: 2-6 m), D: Ordinatatie met als factor de twee seizoenen (N: najaar; V: voorjaar). De R-statistic met bijhorende *p*-waarde geeft aan in hoeverre er significante verschillen aanwezig zijn. De stressfactor geeft aan in hoeverre de ordinatatie van de monsters binnen een twee dimensionale ruimte kan plaatsvinden. Bij hoge stress waarden (> 0.3) is het beter om een of meerdere dimensies toe te voegen.



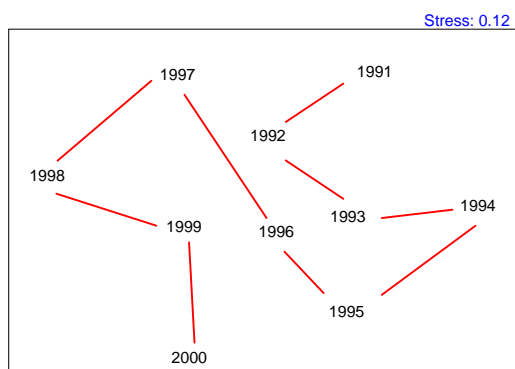
Verder is om een tijdsbeeld te krijgen dat niet beïnvloed wordt door seizoensinvloeden voor beide deelgebieden gezamenlijk een analyse op basis van jaargemiddelden bepaald. Figuur 4 laat de ontwikkeling in de tijd zien. Duidelijk is te constateren dat er sprake is van een seriële ruimtelijke positionering van de monsters. Dit duidt er op dat er temporele veranderingen in de samenstelling van de Kreeftachtigen in de Grevelingen plaatsvinden die niet door het toeval worden bepaald. Het sporadisch voorkomen van enkele soorten, veranderingen in dichtheden en biomassa lijken hiermee te maken hebben. De analyse van de gegevens laat dus zien dat bemonstering van beide deelgebieden, jaarlijks gedurende het voorjaar opportuun is aangezien er zowel spatiale als temporele verschillen zijn.

Correlatie tussen de toename van het aantal geoorde Futen en Kreeftachtigen

Een mogelijk verband tussen de Kreeftachtigen en de geoorde futen is onderzocht door middel van het bepalen van de correlatiecoëfficiënt. De afzonderlijke soorten alsmede totalen



Figuur 3. Bellen plots van twee van de 39 taxa in de MDS-ordinatie van de monsters als in Figuur 2 (links: *Urothoe poseidonis i* and rechts *Corophium bonnelli*).



Figuur 4. MD ordinatie van de jaargemiddelde gegevens van de Kreeftachtigen in de macrobenthos monsters van de Grevelingen over de periode 1991-2000. De seriële rangschikking (zie de rode lijn) van de gegevens duidt op temporele veranderingen in de Kreeftachtigen gemeenschap.

voor strata en het gehele gebied voor zowel aantallen als biomassa zijn onderzocht op een mogelijke al dan positieve of negatieve correlatie met de ontwikkeling van het aantal futen in het gebied. De jaargemiddeldewaarden van de periode 1991-2000 zijn hiervoor genomen. Uitgaande van een lineair verband is door middel van een *t*-test de significantie van de correlatiecoëfficiënt onderzocht. Bij een *p*-waarden < 0.1 is de relatie aan een nadere inspectie onderworpen of er daadwerkelijk sprake was van een relatie. Een groot aantal soorten wordt slechts sporadisch gevonden in de monsters waardoor er al gauw een correlatie ontstaat waarvan het de vraag is of er dan daadwerkelijk sprake is van een causale relatie.

In Tabel 5 en Figuur 5 wordt het verband tussen de toename in het aantal futen en aantallen en biomassa in de Grevelingen voor alle gebieden en strata vergeleken. Worden de hoge waarden voor Kreeftachtigen uit 1996 niet in de berekening meegenomen dan zou er een verband kunnen bestaan tussen aantallen Kreeftachtigen en geoorde Futen. Hier dient echter zeer voorzichtig mee om te worden gegaan, mede gezien het feit dat er géén verband bestaat in relatie tot de biomassa. De hoge gemeten aantallen in 1996 zouden te maken kunnen hebben met voorkomen van grote aantallen juveniele organismen in de monsters. Dit zou verder onderzocht moeten worden. Ook met interpretatie dient vooralsnog voorzichtig te worden omgegaan: in sommige gevallen wordt er een positieve relatie gevonden, andere gevallen is er spraken van een negatieve correlatie.

Conclusies

Uit de huidige analyse is het volgende beeld naar voren gekomen:

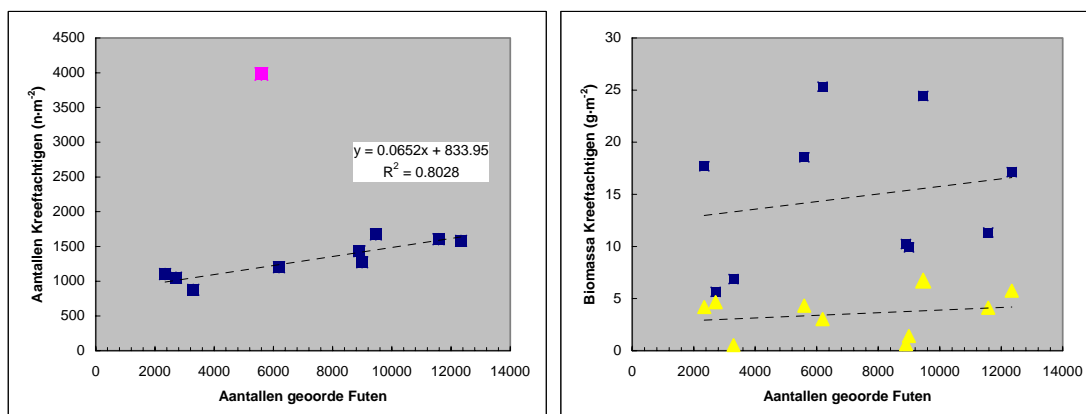
- (i) Er zijn significante verschillen tussen de deelgebieden en dieptestrata met betrekking tot de aantallen en de biomassa van de Kreeftachtigen.
- (ii) Er is een significante seizoensvariatie aanwezig.
- (iii) Belangrijke soorten in aantallen zijn de amphipoden *Microdeutopus gryllophata* en *Corophium insidiosum*. Het zijn niet zozeer verschillen in soortensamenstelling maar verschillen in dichtheden die een verklaring vormen voor de gevonden verschillen tussen de deelgebieden, strata jaren en seizoen.
- (iv) Er is sprake van aantoonbaar significante seriële verandering van de gemeenschap (in de tijd). Of er hier sprake is van een langzame verandering in de samenstelling van de gemeenschap (b.v. biodiversiteit) of een meerjarige cyclus rondom een lange termijn evenwicht is op grond van de beschikbare gegevens nog niet duidelijk.
- (v) Er worden correlaties gevonden tussen de variatie in aantallen en de biomassa van Kreeftachtigen en het aantal geoorde futen. Toch dient men hier met de nodige voorzichtigheid mee om te worden gegaan en nader onderzoek is wenselijk. Meer doelgerichte metingen in het gebied kunnen dit ophelderen. Bijvoorbeeld een interessante vraag kan zijn of er bijvoorbeeld meer futen foerageren in het westelijk deelgebied in het stratum van 2-6 m waar de dichtheden van de Kreeftachtigen het grootst zijn.

Literatuur

Clarke, K.R. (1990). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.* 18: 117-143.

Clarke, K.R. Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. Primer-E. Plymouth

Figuur 5. Relatie tussen aantallen en biomassa van Kreeftachtigen uit de Grevelingen (gemiddelde waarden voor deelgebieden en strata samen) en de aanwezigheid van geoorde Futen in het gebied. Er wordt geen significant verband gevonden in relatie tot biomassa. Er zou een verband kunnen bestaan in relatie tot aantallen als de gevonden waarde voor 1996 niet in de serie wordt meegenomen. Hier dient echter voorzichtig mee om te worden gegaan en dit verdient nader onderzoek.



Bijlage 3. Tabel 1: Dichtheid (n-m-2) Kreeftachtigen Deelgebied West, dieptestrata 0-2 m en 2-6 m, Grevelingen periode 1990-2001. Significantie van een mogelijke toename of afname (lineair) voor de verschillende taxa en soorten is getest voor de periode 1991-2000.

Dichtheid (n-m-2)		JAAR																													
Deelgebied	Stratum	Klasse	Orde	Familie	Genus	Soort	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	2000	2001	Gem	StDev	C.V.	Rang	%	r=	p	<0.05						
West	0 < m <= 2	Crustacea	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	7	7	16	275	120	170	435	220	125	115	30	177	131	74	1	47.6	0.38	0.233	no						
						Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	5	20	3	6	254	10	0.7	-0.16	0.624	no			
									<i>Corophium arenarium</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	20	0.1	-0.522	0.089	no			
									<i>Corophium bonnellii</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	15	1	2	316	14	0.1	-0.29	0.366	no		
									<i>Corophium insidiosum</i>	3	0	5	60	100	100	365	50	0	355	40	104	141	136	2	27.8	0.39	0.220	no			
									Gammaridae	?																					
									Gammarus	Gammarus	0	0	5	0	0	5	0	0	0	5	15	3	5	161	9	0.8	0.42	0.184	no		
									Gammarus	<i>Gammarus locusta</i>	0	0	0	11	5	0	0	0	0	0	15	2	4	229	11	0.4	-0.35	0.270	no		
									Haustoriidae	Urothoe	<i>Urothoe poseidonis</i>	87	71	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8	22	294	7	2.0	-0.53	0.084	no	
									Isaeidae	?																					
									Ischyroceridae	Jassa	<i>Jassa falcata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	316	14	0.1	0.41	0.197	no	
									Melitidae	Cheirocratus	<i>Cheirocratus sundevallii</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	2	316	14	0.1	0.17	0.591	no	
									Melita	<i>Melita palmata</i>	0	0	0	15	15	40	20	0	0	20	0	12	13	114	5	3.1	0.10	0.748	no		
									Phoxocephalida	Harpinia	<i>Harpinia</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	316	14	0.1	-0.17	0.591	no	
									Cumacea	?	<i>CUMACEA</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	316	21	0.1	-0.52	0.089	no	
									Decapoda	?	<i>DECAPODA</i>	0	0	0	0	285	5	0	5	0	0	5	30	90	304	3	7.9	-0.17	0.594	no	
									Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	3	316	12	0.3	-0.29	0.366	no	
									Natantia	?	<i>NATANTIA</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	21	0.1	-0.52	0.089	no	
									Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	0	4	20	26	15	5	5	10	5	10	10	11	7	67	6	2.9	-0.33	0.304	no	
									Liocarcinus	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	1	3	316	12	0.3	-0.17	0.591	no	
									Isopoda	Idoteidae	Idotea	<i>Idotea chelipes</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	316	14	0.1	-0.17	0.591	no
									Mysidacea	Mysidae	<i>Praunus flexuosus</i>	0	0	0	6	0	5	5	10	0	0	0	3	4	116	8	0.8	0.19	0.551	no	
									Totaal 0 < m <= 2			104	92	51	448	610	335	860	300	165	510	175	373	247	66	22	100.0	0.30	0.346	no	
					2 < m <= 6	Crustacea	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Aoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	93	1	2	316	15	0.0	0.52	0.089	no	
										<i>Microdeutopus anomalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	993	24	76	316	5	0.9	0.52	0.089	no
													<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	522	687	1253	1087	1253	693	1440	3113	1567	1267	407	1501	789	53	1	56.3	0.55	0.069	no
									Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>	0	19	7	20	27	0	0	0	0	147	167	22	45	-	6	0.8	0.38	0.234	no	
											<i>Corophium bonnellii</i>	49	66	20	33	0	267	313	440	293	207	151	161	107	3	5.6	0.64	0.028	< 0.05		
											<i>Corophium insidiosum</i>	151	654	633	987	553	687	3073	160	60	1187	760	867	844	97	2	32.5	0.04	0.913	no	
											<i>Gammaridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	**	**	**	**	**	**	**	**	
									Gammarus	Gammarus	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	2	316	15	0.0	0.29	0.366	no		
											<i>Gammarus locusta</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	19	0.0	-0.52	0.089	no	
									Haustoriidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	1	4	316	13	0.0	0.29	0.366	no	
											<i>Urothoe poseidonis</i>	0	0	27	0	0	0	0	7	27	0	40	8	12	146	10	0.3	0.17	0.605	no	
									Isaeidae	?																					
											<i>Microprotopus maculatus</i>	29	75	0	207	40	0	0	0	0	20	80	47	70	150	4	1.8	-0.20	0.538	no	
									Melitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>	0	5	13	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	239	11	0.1	-0.58	0.056	no	
									Cumacea	Bodotriidae	Bodotria	<i>Bodotria scorpioides</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	19	0.0	-0.52	0.089	no	
									Decapoda	?																					
											<i>DECAPODA</i>	0	0	0	7	127	0	0	0	0	0	0	13	40	299	7	0.5	-0.19	0.557	no	
									Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	2	316	15	0.0	0.52	0.089	no
									Palaemonidae	Palaemon	<i>Palaemon adspersus</i>	0	5	0	0	0	7	0	0	0	0	13	1	2	215	14	0.0	-0.37	0.246	no	
									Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	22	14	20	0	13	20	7	20	27	0	0	13	9	72	8	0.5	-0.16	0.619	no	
											<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	7	27	47	7	0	0	7	13	0	12	15	122	9	0.4	-0.10	0.759	no	
									Isopoda	Idoteidae	Idotea	<i>Idotea chelipes</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	19	0.0	-0.52	0.089	no	
									Mysidacea	?																					
											<i>MYSIDACEA</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	2	316	15	0.0	-0.06	0.859	no	
											<i>Praunus flexuosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	1	4	316	12	0.0	0.29	0.366	no	
									Totaal 2 < m <= 6			773	1539	1980	2367	2060	1420	4787	3613	2160	3180	2780	2667	1079	40	21	100.0	0.56	0.066	no	

Bijlage 3, Tabel 2: Dichtheid (n-m-2) Kreeftachtigen Deelgebied Oost, dieptestrata 0-2 m en 2-6 m, Grevelingen periode 1990-2001. Significantie van een mogelijke toename of afname (lineair) voor de verschillende taxa en soorten is getest voor de periode 1991-2000.

Dichtheid (n-m-2)							JAAR																					
Deelgebied	Stratum	Klasse	Orde	Familie	Genus	Soort	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem	StDev	C.V.	Rang	%	r =	p	< 0.05		
Oost	0 < m <= 2	Crustacea	Amphipoda	Aoridae		<i>Aoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
					Microdeutopus	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	117	140	75	65	145	260	1225	495	260	560	135	30	336	355	106	1	57.8	0.33	0.30	no		
				Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>	0	0	0	11	0	5	0	5	0	0	0	0	55	2	4	177	13	0.4	-0.22	0.505	no	
						<i>Corophium acherusicum</i>	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	316	14	0.2	-0.17	0.59	no	
						<i>Corophium bonnellii</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	5	1	3	316	14	0.2	0.06	0.86	no	
						<i>Corophium insidiosum</i>	90	74	25	40	35	170	960	0	0	0	0	5	65	131	296	226	2	22.5	-0.02	0.95	no	
						<i>Corophium volutator</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.1	-0.17	0.59	no	
				Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus</i>	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	10	15	5	14	257	8	0.9	-0.17	0.60	no	
						<i>Gammarus locusta</i>	3	0	30	10	55	0	0	0	0	0	0	0	0	10	19	196	6	1.6	-0.42	0.18	no	
				Haustoriidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	3	316	14	0.2	0.29	0.37	no	
				Isaeidae	?	<i>Microprotopus maculatus</i>	114	78	0	31	170	5	40	60	30	10	15	35	44	51	115	3	7.5	-0.29	0.37	no		
				Melitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>	0	19	0	5	0	0	0	0	0	15	0	0	4	7	183	9	0.7	-0.24	0.46	no		
				?	?	CUMACEA	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	41	316	5	2.2	-0.52	0.09	no	
				Bodotriidae	Bodotria	<i>Bodotria scorioides</i>	7	0	5	0	10	0	0	0	5	5	0	0	3	4	141	11	0.4	-0.03	0.94	no		
				?	?	DECAPODA	0	0	0	0	170	0	0	0	0	0	0	0	17	54	316	4	2.9	-0.17	0.59	no		
			Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.1	-0.06	0.86	no			
			Palaemonidae	Palaemon	<i>Palaemon longirostris</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.1	-0.06	0.86	no			
					<i>Palaemonetes varians</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	316	22	0.1	-0.52	0.09	no		
			Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	27	0	0	16	0	35	0	0	5	5	0	0	6	11	187	7	1.0	0.06	0.85	no			
					<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	1	2	211	14	0.2	0.26	0.42	no		
			Isopoda	Cyathura	<i>Cyathura carinata</i>	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	316	12	0.4	-0.29	0.37	no		
					<i>Idotea chelipes</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
			?	?	MYSIDACEA	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.1	-0.17	0.59	no			
			Mysidae	Praunus	<i>Praunus flexuosus</i>	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	3	6	221	10	0.5	-0.21	0.52	no			
			Totaal 0 < m <= 2							366	461	135	243	610	450	2270	560	305	595	185	215	581	618	106	22	0.08	0.80	no
2 < m <= 6	Crustacea	Amphipoda	Aoridae		<i>Aoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	53	4	13	316	11	0.1	0.52	0.09	no		
				Microdeutopus	<i>Microdeutopus anomalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	22	0.0	**	**	**
			Corophiidae	Corophium	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	1907	833	1280	720	580	1013	1567	1060	1913	927	960	713	1085	402	37	2	40.3	0.30	0.34	no			
					<i>Corophium</i>	0	0	0	40	0	0	20	0	0	0	0	280	6	13	225	8	0.2	-0.24	0.45	no			
					<i>Corophium bonnellii</i>	27	5	13	47	0	0	0	0	7	153	0	87	22	48	214	4	0.8	0.28	0.38	no			
					<i>Corophium insidiosum</i>	756	344	913	300	713	3407	6373	167	433	747	1373	460	1477	1961	133	1	54.9	0.09	0.77	no			
					<i>Corophium sextonae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	2	6	316	14	0.1	0.52	0.09	no			
			Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus</i>	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.0	-0.41	0.20	no			
					<i>Gammarus locusta</i>	0	5	0	0	0	13	7	0	13	7	13	0	6	6	101	10	0.2	0.58	0.06	no			
			Isaeidae	?	<i>Microprotopus maculatus</i>	147	151	0	13	27	13	0	7	80	67	33	100	39	48	122	3	1.5	-0.13	0.70	no			
			Melitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	2	316	18	0.0	-0.06	0.86	no			
			Bodotriidae	Bodotria	<i>Bodotria scorioides</i>	9	52	0	0	0	0	0	0	7	0	0	13	6	16	278	9	0.2	-0.49	0.12	no			
			?	?	DECAPODA	9	0	13	0	73	7	0	7	0	0	0	0	10	23	227	6	0.4	-0.24	0.45	no			
			Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	9	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	2	316	18	0.0	0.17	0.59	no			
			Palaemonidae	Palaemon	<i>Palaemon adspersus</i>	0	0	0	0	7	0	13	0	0	0	0	0	2	4	225	15	0.1	-0.03	0.93	no			
					<i>Palaemon longirostris</i>	0	0	0	0	13	7	0	0	0	0	7	0	3	5	175	13	0.1	0.05	0.87	no			
			Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	18	14	27	0	0	13	20	7	0	7	0	9	10	109	7	0.3	-0.46	0.14	no				
				<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0	0	0	13	20	7	0	0	0	0	0	0	4	7	179	12	0.1	-0.34	0.28	no				
			?	?	MYSIDACEA	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	1	3	211	16	0.0	-0.09	0.79	no			
			Mysidae	Praunus	<i>Praunus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	2	316	18	0.0	0.29	0.37	no			
				<i>Praunus flexuosus</i>	9	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	1	3	211	16	0.0	-0.09	0.79	no				
			Totaal 2 < m <= 6							3040	1412	2253	1147	1527	4487	8013	1253	2460	1907	2447	1840	2691	2106	78	22	0.14	0.66	no

Bijlage 3, Tabel 3: Biomassa (g-m⁻²) Kreeftachtigen Deelgebied West, dieptestrata 0-2 m en 2-6 m, Grevelingen periode 1990-2001. Significantie van een mogelijke toename of afname (lineair) voor de verschillende taxa en soorten is getest voor de periode 1991-2000.

Biomassa (g-m ⁻²)							JAAR																									
Deelgebied	Stratum	Klasse	Orde	Familie	Genus	Soort	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem	StDev	C.V.	Rang	%	r =	p	< 0.05						
West	0 < m <= 2	Crustacea	Amphipoda	Aoridae	Microdeutopus	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0.000	0.000	0.005	0.037	0.014	0.014	0.139	0.023	0.012	0.032	0.012	0.010	0.029	0.040	139	4	0.8	0.15	0.651	no						
				Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	225	18	0.0	-0.03	0.934	no			
						<i>Corophium arenarium</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	15	0.0	-0.52	0.089	no		
						<i>Corophium bonnellii</i>	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	316	17	0.0	-0.29	0.366	no		
						<i>Corophium insidiosum</i>	0.000	0.000	0.000	0.009	0.007	0.003	0.046	0.002	0.000	0.000	0.000	0.013	0.003	0.008	0.014	0.002	0.000	0.000	316	7	0.2	0.12	0.703	no		
				Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	21	0.0	-0.41	0.197	no		
						<i>Gammarus locusta</i>	0.000	0.000	0.000	0.084	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.000	257	11	0.1	0.47	0.133	no		
				Haustoriidae	Urothoe	<i>Urothoe</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	270	6	0.3	-0.32	0.316	no		
						<i>Urothoe poseidonis</i>	0.049	0.041	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.013	295	8	0.1	-0.53	0.084	no		
				Isaeidae	?	<i>Microprotopus maculatus</i>	0.000	0.000	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	163	13	0.0	-0.24	0.464	no		
				Ischyroceridae	Jassa	<i>Jassa falcata</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	316	14	0.0	0.41	0.197	no		
				Mellitidae	Cheirocratus	<i>Cheirocratus sundevallii</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	20	0.0	0.17	0.591	no		
						<i>Melita palmata</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.010	0.006	0.001	0.000	0.000	0.001	0.016	0.000	0.004	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	139	9	0.1	0.30	0.353	no		
				Phoxocephalida	Harpinia	<i>Harpinia</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	22	0.0	-0.17	0.591	no		
			Cumacea	?	<i>CUMACEA</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	19	0.0	-0.52	0.089	no			
			Decapoda	?	?	<i>DECAPODA</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.326	0.000	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.102	261	3	1.1	-0.04	0.907	no		
						Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	0.216	0.000	0.000	0.395	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.125	316	2	1.2	-0.29	0.366	no
						Natantia	?	<i>NATANTIA</i>	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	316	12	0.0	-0.52	0.089	no	
						Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	0.000	0.050	2.094	0.590	0.450	0.036	12.651	3.498	0.120	6.202	6.714	18.685	3.241	4.160	128	1	95.0	0.48	0.124	no				
						Liocarcinus	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.089	316	5	0.8	-0.17	0.591	no	
			Isopoda	Idoteidae	Idotea	<i>Idotea chelipes</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	16	0.0	-0.17	0.591	no			
			Mysidacea	Mysidae	Praunus	<i>Praunus flexuosus</i>	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.008	251	10	0.1	-0.26	0.426	no			
			Totaal 0 < m <= 2							0.266	0.108	2.100	1.151	0.794	0.388	12.841	3.576	0.133	6.257	6.758	18.780	3.411	4.119	121	1	100.0	0.47	0.134	no			
				2 < m <= 6	Crustacea	Amphipoda	Aoridae		<i>Aoridae</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	316	21	0.0	0.52	0.089	no			
Microdeutopus	<i>Microdeutopus anomalus</i>	0.000					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.557	0.002	0.005	316	10	0.0	0.52	0.089	no			
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0.051					0.102	0.227	0.264	0.116	0.088	0.333	0.357	0.246	0.304	0.180	0.180	0.222	0.097	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	44	3	2.7	0.40	0.205	no		
Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>					0.000	0.006	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.001	0.002	193	12	0.0	-0.34	0.292	no			
		<i>Corophium bonnellii</i>					0.002	0.006	0.002	0.006	0.000	0.000	0.017	0.023	0.041	0.006	0.041	0.045	0.014	0.016	0.111	5	0.2	0.69	0.016	< 0.05						
		<i>Corophium insidiosum</i>					0.005	0.046	0.023	0.072	0.029	0.024	0.353	0.012	0.002	0.043	0.083	0.153	0.069	0.103	0.150	4	0.8	0.07	0.823	no						
Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus</i>					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	17	0.0	0.29	0.366	no		
		<i>Gammarus locusta</i>					0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	316	11	0.0	-0.52	0.089	no		
Haustoriidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia</i>					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	19	0.0	0.29	0.366	no		
		<i>Urothoe poseidonis</i>					0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.006	0.000	0.031	0.003	0.005	176	8	0.0	-0.12	0.724	no					
Isaeidae	?	<i>Microprotopus maculatus</i>					0.001	0.005	0.000	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.007	0.007	0.002	0.002	139	9	0.0	-0.53	0.082	no			
Mellitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>					0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	247	16	0.0	-0.55	0.069	no		
Cumacea	Bodotriidae	Bodotria					<i>Bodotria scorpioides</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	20	0.0	-0.52	0.089	no		
Decapoda	?	?					<i>DECAPODA</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.001	0.002	306	13	0.0	-0.18	0.571	no	
						Crangonidae	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.115	0.000	0.011	0.036	316	7	0.1	0.52	0.089	no	
						Palaemonidae	Palaemon	<i>Palaemon adspersus</i>	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.583	0.013	0.031	228	6	0.2	-0.29	0.374	no	
						Portunidae	Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	0.065	5.345	7.919	0.000	21.835	15.923	0.273	5.806	8.378	0.022	0.000	0.000	6.550	7.427	113	1	80.3	-0.31	0.334	no				
						Liocarcinus	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.000	0.000	0.218	3.307	0.539	0.134	0.000	0.000	0.864	3.501	4.095	0.000	1.266	1.668	132	2	15.5	0.50	0.102	no					
Isopoda	Idoteidae	Idotea				<i>Idotea chelipes</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	18	0.0	-0.52	0.089	no			
Mysidacea	?	<i>MYSIDACEA</i>				0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000																	

Bijlage 3, Tabel 4: Biomassa (g-m-2) Kreeftachtigen Deelgebied Oost, dieptestrata 0-2 m en 2-6 m, Grevelingen periode 1990-2001. Significantie van een mogelijke toename of afname (lineair) voor de verschillende taxa en soorten is getest voor de periode 1991-2000.

Biomassa (g-m-2)							JAAR																									
Deelgebied	Stratum	Klasse	Orde	Familie	Genus	Soort	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem	StDev	C.V.	Rang	%	r =	p	< 0.05						
Oost	0 < m <= 2	Crustacea	Amphipoda	Aoridae		<i>Aoridae</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	**	**	**	**	**	**	**	**					
					Microdeutopus	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0.010	0.028	0.026	0.013	0.019	0.017	0.288	0.044	0.015	0.060	0.028	0.016	0.054	0.084	156	3	6.4	0.13	0.69	no						
				Corophiidae	Corophium	<i>Corophium</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	222	20	0.0	-0.12	0.713	no		
						<i>Corophium acherusicum</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	19	0.0	-0.17	0.59	no	
						<i>Corophium bonnellii</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	316	18	0.0	0.06	0.86	no	
						<i>Corophium insidiosum</i>	0.003	0.014	0.003	0.006	0.001	0.014	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.022	0.056	256	4	2.6	0.00	0.99	no	
						<i>Corophium volutator</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	316	14	0.1	-0.17	0.59	no	
				Gammaridae	Gammarus	<i>Gammarus</i>	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.002	0.005	0.014	281	8	0.6	0.49	0.11	no	
						<i>Gammarus locusta</i>	0.006	0.000	0.007	0.041	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.018	193	6	1.1	-0.40	0.21	no	
				Haustoriidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia pilosa</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	21	0.0	0.29	0.37	no	
						<i>Microprotopus maculatus</i>	0.002	0.008	0.000	0.004	0.010	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	129	10	0.3	-0.52	0.09	no	
				Melitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>	0.000	0.008	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	177	11	0.2	-0.28	0.39	no	
						<i>CUMACEA</i>	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	316	16	0.0	-0.52	0.09	no	
				Bodotriidae	Bodotria	<i>Bodotria scorioides</i>	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	171	17	0.0	0.16	0.62	no	
						<i>DECAPODA</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	316	15	0.1	-0.17	0.59	no	
				Decapoda	Crangon	<i>Crangon crangon</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	316	13	0.1	-0.06	0.86	no	
			Palaemonidae			Palaemon	<i>Palaemon longirostris</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.034	316	5	1.3	-0.06	0.86	no	
							<i>Palaemonetes varians</i>	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	316	9	0.3	-0.52	0.09	no	
			Portunidae			Carcinus	<i>Carcinus maenas</i>	0.651	0.000	0.000	0.398	0.000	0.000	0.603	0.000	0.000	0.805	4.658	0.000	0.646	1.441	223	1	76.8	0.59	0.05	no					
							<i>Liocarcinus</i>	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.231	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.517	0.000	0.075	0.172	229	2	8.9	0.42	0.18	no			
			Isopoda	Anthuridae	Cyathura	<i>Cyathura carinata</i>	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	316	12	0.2	-0.29	0.37	no		
						<i>Idotea chelipes</i>	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	**	**	**	**	**	**	**	**		
			Mysidacea	?	?	<i>MYSIDACEA</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	22	0.0	-0.17	0.59	no		
						Mysidae	<i>Praunus</i>	0.000	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.000	0.008	0.018	218	7	1.0	-0.18	0.58	no			
			Totaal 0 < m <= 2							0.680	0.139	0.036	0.487	0.321	0.150	1.073	0.046	0.017	0.872	5.280	0.033	0.842	1.601	190	22	0.57	0.06	no				
			Oost	2 < m <= 6	Crustacea	Amphipoda	Aoridae		<i>Aoridae</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.011	0.000	0.000	316	20	0.0	0.52	0.09	no			
								Microdeutopus	<i>Microdeutopus anomalus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0	22	0.0	**	**
							Corophiidae	Corophium	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0.180	0.081	0.102	0.137	0.049	0.170	0.326	0.092	0.192	0.099	0.146	0.299	0.140	0.078	56	6	6.0	0.26	0.41	no			
									<i>Corophium</i>	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.001	278	16	0.0	-0.28	0.38	no			
									<i>Corophium bonnellii</i>	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.000	0.016	0.001	0.002	196	12	0.0	0.23	0.48	no		
									<i>Corophium insidiosum</i>	0.019	0.021	0.036	0.016	0.027	0.246	0.997	0.006	0.016	0.030	0.099	0.085	0.149	0.307	205	5	6.5	0.08	0.81	no			
									<i>Corophium sextonae</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	316	17	0.0	0.52	0.09	no			
Gammaridae	?	<i>Gammaridae</i>					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	21	0.0	-0.41	0.20	no		
		Gammarus					<i>Gammarus</i>	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	158	13	0.0	-0.31	0.33	no					
Isaeidae	?	<i>Gammarus locusta</i>					0.077	0.004	0.000	0.010	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.010	224	8	0.2	-0.32	0.31	no		
		<i>Microprotopus maculatus</i>					0.003	0.006	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.002	0.008	0.002	0.002	0.002	0.002	125	11	0.1	-0.10	0.75	no		
Melitidae	Melita	<i>Melita palmata</i>					0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	316	19	0.0	-0.06	0.86	no		
		<i>Bodotria scorioides</i>					0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	271	14	0.0	-0.48	0.12	no		
Bodotriidae	Bodotria	<i>DECAPODA</i>					0.000	0.000	3.520	0.000	0.002	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.786	0.353	1.113	315	3	15.3	-0.41	0.20	no			
		<i>Crangon crangon</i>					0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.007	316	10	0.1	0.17	0.59	no		
Palaemonidae	Palaemon	<i>Palaemon adspersus</i>					0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.000	1.613	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.165	0.509	308	4	7.2	0.05	0.87	no		
		<i>Palaemon longirostris</i>				0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.314	0.000	0.054	0.104	193	7	2.3	0.43	0.17	no						
		<i>Carcinus maenas</i>				3.151	0.940	3.493	0.000	0.000	1.750	0.709	0.302	0.000	0.189	0.000	0.000	0.738	1.122	152	1	32.0	-0.52	0.09	no							
Portunidae	Carcinus	<i>Liocarcinus</i>				<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0.000	0.000	0.000	0																						

Bijlage 3, Tabel 5: Relaties tussen Kreeftachtigen en geoorde Futen Grevelingen periode 1991-2000.

Relatie Kreeftachtigen - geoorde Futen		Jaar										r	p	< 0.1
Grevelingen (Jaargemiddelde waarden)	Eenheid	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000			
Geoorde Futen	Aantallen	3293	2342	2713	6191	9464	5595	8901	8998	11577	12340			
Kreeftachtigen														
Alle jaren periode 1990-2000														
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied W	n·m ⁻²	92	51	448	610	335	860	300	165	355	510	0.17	0.608	no
Aantallen stratum 2-6 m deelgebied W	n·m ⁻²	1539	1980	2367	2060	1420	4787	3613	2160	3567	3180	0.30	0.342	no
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied O	n·m ⁻²	461	135	243	610	450	2270	560	305	595	185	-0.07	0.833	no
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied O	n·m ⁻²	1412	2253	1147	1527	4487	8013	1253	2460	1907	2447	0.05	0.887	no
Aantallen stratum 0-6 m	n·m ⁻²	876	1105	1051	1202	1673	3983	1432	1273	1606	1580	0.12	0.712	no
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied W	g·m ⁻²	0.11	2.10	1.15	0.79	0.39	12.84	3.58	0.13	6.26	6.76	0.25	0.433	no
Biomassa stratum 2-6 m deelgebied W	g·m ⁻²	5.57	8.40	3.66	22.53	16.26	0.98	6.20	9.54	3.88	4.53	0.03	0.928	no
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied O	g·m ⁻²	0.14	0.04	0.49	0.32	0.15	1.07	0.05	0.02	0.87	5.28	0.51	0.095	yes
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied O	g·m ⁻²	3.61	1.06	7.15	0.35	1.68	7.63	3.67	0.42	0.21	0.33	-0.53	0.085	yes
Biomassa stratum 0-6 m	g·m ⁻²	2.36	2.90	3.11	6.00	4.62	5.63	3.37	2.53	2.81	4.22	0.11	0.740	no
Jaren 1990-2000 met uitzondering van 1996														
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied W	n·m ⁻²	92	51	448	610	335		300	165	355	510	0.38	0.261	no
Aantallen stratum 2-6 m deelgebied W	n·m ⁻²	1539	1980	2367	2060	1420		3613	2160	3567	3180	0.57	0.077	yes
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied O	n·m ⁻²	461	135	243	610	450		560	305	595	185	0.27	0.423	no
Aantallen stratum 0-2 m deelgebied O	n·m ⁻²	1412	2253	1147	1527	4487		1253	2460	1907	2447	0.39	0.240	no
Aantallen stratum 0-6 m	n·m ⁻²	876	1105	1051	1202	1673		1432	1273	1606	1580	0.90	0.001	yes
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied W	g·m ⁻²	0.11	2.10	1.15	0.79	0.39		3.58	0.13	6.26	6.76	0.63	0.043	yes
Biomassa stratum 2-6 m deelgebied W	g·m ⁻²	5.57	8.40	3.66	22.53	16.26		6.20	9.54	3.88	4.53	-0.03	0.929	no
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied O	g·m ⁻²	0.14	0.04	0.49	0.32	0.15		0.05	0.02	0.87	5.28	0.53	0.105	no
Biomassa stratum 0-2 m deelgebied O	g·m ⁻²	3.61	1.06	7.15	0.35	1.68		3.67	0.42	0.21	0.33	-0.56	0.080	yes
Biomassa stratum 0-6 m	g·m ⁻²	2.36	2.90	3.11	6.00	4.62		3.37	2.53	2.81	4.22	0.22	0.529	no
Relatie met Individuele soorten														
<i>Carcinus maenas</i> 0-2 m West	n·m ⁻²	4	20	26	15	5		10	5	10	10	-0.53	0.100	no
<i>Corophium bonnellii</i> 2-6 m West	n·m ⁻²	66	20	33	0	0		313	440	73	293	0.50	0.130	no
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> 0-2 m Oost	n·m ⁻²	140	75	65	145	260		495	260	560	135	0.63	0.045	yes
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> 2-6 m Oost	n·m ⁻²	833	1280	720	580	1013		1060	1913	927	960	0.19	0.590	no
<i>Carcinus maenas</i> 0-2 m West	g·m ⁻²	0.05	2.09	0.59	0.45	0.04		3.50	0.12	6.20	6.71	0.64	0.042	yes
<i>Corophium bonnellii</i> 2-6 m West	g·m ⁻²	0.01	0.00	0.01	-	-		0.02	0.04	0.01	0.04	0.53	0.100	yes