

**KARAKTERISTIEKE
MACROBENTHOS LEVENSGEMEENSCHAPPEN VAN HET NCP
&
TRENDANALYSE VAN DE MACROBENTHOS DIVERSITEIT VAN
DE OESTERGRONDEN EN HET FRIESE FRONT
(1991-1998)**

Rapport Ecosysteemdelen Noordzee

M.S.S. Lavaleye



Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

Directie Natuurbeheer van LNV

© 2000

This report is not to be cited without the
acknowledgement of the source:

Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ)
P.O. Box 59, 1790 AB Den Burg, Texel
The Netherlands

ISSN 0923 - 3210

Cover design: H. Hobbelink

**KARAKTERISTIEKE MACROBENTHOS
LEVENSMEENSCHAPPEN VAN HET NCP
&
TRENDANALYSE VAN DE MACROBENTHOS
DIVERSITEIT VAN DE OESTERGRONDEN EN
HET FRIESE FRONT
(1991-1998)**

Rapport Ecosysteendoelen Noordzee

M.S.S. Lavaleye

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Directie Natuurbeheer van het
ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Opdracht "Karakteristieke levensgemeenschappen", verplichtingsnummer 3010200
van LNV-Natuurbeheer

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE
afdeling Mariene Ecologie

SAMENVATTING

Dit rapport werd gemaakt in opdracht van Directie Natuurbeheer van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV), ter uitwerking van het Ecosysteemdool "Karakteristieke levensgemeenschappen". Het moet in samenhang gezien worden met een eerder verschenen rapport "Macrobenthos van het NCP" (Lavaleye et al., 2000). Het Informatie- en KennisCentrum van de Directie Natuurbeheer (IKC-N) verzorgde de begeleiding van beide rapporten. De precieze formulering van het ecosysteemdool "Karakteristieke levensgemeenschappen" luidt: "Behoud en zonodig herstel van karakteristieke levensgemeenschappen en bijbehorende leefgebieden van zee, kustzone en Deltagebied"

Dit rapport bestaat uit twee onderdelen. Ten eerste het aanwijzen van bijzondere gebieden binnen het NCP wat betreft de bodemfauna (macrobenthos) op grond van te formuleren criteria. Ten tweede een trendanalyse van de macrofauna diversiteits gegevens over de jaren 1991-1998 van de Oestergronden en het Friese Front.

In het eerste deel van dit rapport worden 8 criteria geformuleerd waarmee gebieden met een bijzondere bodemfauna (macrobenthos) kunnen worden aangewezen. Deze criteria zijn de volgende:

1. Hill0 biodiversiteits index (aantal soorten per oppervlak)
2. Shannon-Wiener biodiversiteits index
3. Simpsons biodiversiteits index
4. Biomassa van het macrobenthos
5. Dichtheid van het macrobenthos
6. Aantal zeldzame soorten
7. Zeldzaamheid van het voorkomen van de mediane korrelgrootte van het sediment
8. Zeldzaamheid van het voorkomen van het slibgehalte van het sediment

Aan de hand van de BIOMON data van 100 stations over de jaren 1995-1998 worden op grond van deze 8 criteria 5 gebieden op het NCP aangewezen die wat betreft het macrobenthos bijzonder genoemd kunnen worden (Fig. 2). Deze gebieden zijn naar rangschikking van belangrijkheid op grond van de 8 criteria: De spil van de Oestergronden, het Friese Front, de ondiepe Doggersbank, de Klaverbank en Offshore Noordwijk. Bij het Friese Front is nog geen rekening gehouden met het feit dat hier een scherpe zonering van faunagemeenschappen ligt, die het gebied extra bijzonder maken. De Klaverbank is hier mede op grond van waarnemingen die los van het BIOMON onderzoek zijn gedaan (Sips & Waardenburg, 1989) meegenomen

In het tweede deel van dit rapport wordt een trendanalyse op grond van de biodiversiteits data (Hill0, Shannon-Wiener, en Simpson's index) van BIOMON van 1991 tot 1998 gegeven voor de Oestergronden en het Friese Front.

Geconcludeerd kan worden dat ook op de Oestergronden en het Friese Front, evenals op het NCP als geheel (Lavaleye et al., 2000), de biodiversiteit van de macrofauna in de jaren 1991-1998 onder de huidige druk van de gebruiksfuncties, met name bodemvisserij, min of meer gelijk gebleven is. Duidelijk trends zijn niet gevonden.

1. Karakteristieke macrobenthos levensgemeenschappen van het NCP.

1.1. Inleiding.

Tot nu toe werd de Noordzee meestal gezien als een groot natuurgebied dat zich zelf wel zou redden en waarin veranderingen door de mens hoogstens op lokale schaal konden worden aangebracht. Wel werden strengere maatregelen genomen om de aanvoer van gifstoffen via rivieren en olielozingen te beperken, voornamelijk vanwege de negatieve effecten op hogere dieren, met name vogels. Ook werden Milieu Effecten Rapportages (MER) verplicht gesteld wanneer er sprake was van boringen (olie, gas), dumpingen (havenslib) of winning (zand, schelpen, grind) in de Noordzee. Ook aan de visserij werden beperkingen opgelegd in de vorm van quoteringen en gedeeltelijk gesloten gebieden, voornamelijk echter ter behoud van de visserij zelf en tot voorkoming van overbevissing. Langzamerhand groeit echter het besef dat ook de Noordzee voor menselijk activiteiten niet ongevoelig is. Het vroeger algemeen voorkomen van haaien en roggen in Noordzee (waarvan de aantallen en lengtes nu zeer gedecimeerd zijn) vormt een aanwijzing dat er in de afgelopen 50 jaar duidelijke veranderingen in de bodemfauna van de Noordzee hebben plaatsgevonden. Ook een naam als de "Oestergronden" voor een groot slibrijk gebied in het Nederlandse deel van de Noordzee geeft aan dat er wat veranderd is, want nu wordt daar nauwelijks nog een lege oesterschelp aangetroffen, laat staan een levende.

De vraag doet zich dan ook voor of er voor de Noordzee als natuurgebied extra beschermende maatregelen nodig zijn. En indien maatregelen nodig zijn welke gebieden in het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) een extra bijzondere natuurwaarde hebben om dit soort maatregelen te rechtvaardigen. Het doel van dit rapport is om op grond van objectieven data gebieden op het NCP aan te wijzen die wat betreft de bodemfauna (macrofauna) bijzonder zijn.

Bij het bekijken welke macrofauna data geschikt zijn om dit soort gebieden aan te wijzen, is het verbazingwekkend te constateren hoe weinig we uit het verleden van de bodemfauna van de Noordzee weten. Pas in 1986 werd er voor het eerst NCP breed een kwantitatieve opname gemaakt van de bodemfauna. 71 station over een oppervlakte dat veel groter is als het vaste land oppervlak van Nederland werden er toen bemonsterd. Pas in 1991 werd het met extra geldelijke ondersteuning van Rijkswaterstaat mogelijk om een soortgelijke bemonstering maar dan van 25 stations een maal per jaar mogelijk te maken. Deze monitoring loopt tot nu toe door, waarbij in 1995 is overgegaan tot een vermeerdering van het aantal stations tot 100, weliswaar gepaard gaande met een reductie van het totaal bemonsterde oppervlak. Pas sinds 1986 is het daarom mogelijk om de veranderingen in de bodemfauna van het NCP statistisch te analyseren. Uit de oude archieven van het NIOZ als wel van NIOO-CEMO wordt nog wel geprobeerd om data sets van gedeeltes van de Noordzee uit de jaren 70 boven water te krijgen, om nog iets verder terug te kijken.

Voor het aanwijzen van bijzondere gebieden op grond van harde gegevens zijn we dus voornamelijk aangewezen op de BIOMON data. Pas sinds 1995 wordt er gemonsterd volgens een relatief fijn net van 100 stations op het hele NCP. Daar voor werd volstaan met 25 stations. Een verfijning van deze opdeling van de Noordzee is dus met onze huidige kennis van de bodemdieren NCP-breed niet mogelijk. Ook zijn er sinds 1995 slechts macrofauna gegevens beschikbaar die gebaseerd zijn op een enkel boxcore monster per station per jaar. Met die beperkingen moet dus bij het gebruik van de criteria rekening worden gehouden.

1.2 Formulering criteria en selectie gebieden.

Voor het vaststellen van gebieden met een bijzondere natuurwaarde wat betreft het macrobenthos zullen criteria moeten worden opgesteld. Eerst moet er echter vastgesteld worden wat bedoeld wordt met een bijzondere natuurwaarde. Hier definiëren we een gebied met een bijzondere natuurwaarde als:

Een gebied dat op een of meer punten duidelijk anders is dan de directe omgeving en/of karakteristieken heeft die zeldzaam zijn binnen het NCP.

Deze punten of karakteristieken voor het macrobenthos kunnen de volgende zijn:

1.2.1. Biodiversiteit

De soortensamenstelling van de fauna, de biodiversiteit, geeft in zijn simpelste vorm het aantal soorten per oppervlakte eenheid aan. In het geval van het macrobenthos gaat het hierbij om een oppervlakte van de bemonsteringsapparatuur, die binnen het NIOZ sinds 1986 min of meer standaard is en een oppervlakte beslaat van 0,06 m². Bij deze simpelste vorm van diversiteit, ook wel als Hill0 aangeduid, worden dus zeldzame soorten even zwaar meegeteld als algemene soorten. Bij een andere manier om de biodiversiteit te meten, de Shannon-Wiener index (SHW), is rekening gehouden met de mate van voorkomen van de verschillende soorten. De invloed van zowel zeldzame als dominante soorten wordt bij deze index afgezwakt. Een derde veel gebruikte index is de Simpsons biodiversiteitsindex (Simpson, 1949). Hierbij wordt de dominantie van een soort zwaarder meegeteld. Een hoge Simpsons index geeft aan dat er een lage diversiteit aan soorten is.

Een biodiversiteits index vormt een belangrijke indicatie van de natuurwaarde van een gebied. Hoe hoger de waarde van de index (bij de Simpsons index juist hoe lager), hoe meer soorten en hoe hoger de natuurwaarde van een gebied mag worden ingeschat. Daarom wordt deze graadmeter hier dan ook als eerste genoemd. Om het belang van dit criterium te onderstrepen worden alle drie de biodiversiteits indexen hier elk apart meegenomen.

1.2.2. Biomassa macrobenthos

De biomassa van het macrobenthos wordt meestal uitgedrukt in grammen asvrij drooggewicht per m². Het geeft aan hoeveel benthos vlees er per oppervlakte eenheid aanwezig is. Dit geeft een indruk van de hoeveelheid voedsel die potentieel voor predatoren zoals krabben, vissen en vogels aanwezig is. Dit kan ook een belangrijke aanwijzing zijn of een gebied een hoge natuurwaarde heeft. Zo'n gebied kan daardoor belangrijk zijn als foerageergebied voor doortrekkende predatoren. Het is wel zo dat zo'n gebied door de dominantie van enkele soorten laag kan scoren op de biodiversiteitsschaal. Zo kan een gebied met een lage biomassa soms hoog scoren op die biodiversiteitsschaal (veel verschillende kleine soorten).

Een biomassa getal zegt natuurlijk niet altijd wat over de beschikbaarheid van deze biomassa als voedsel. Het kan bijvoorbeeld opgesloten zitten in slechts enkele grote soorten, die diep ingegraven zijn of beschermd zijn door een dikke schelp en dus niet beschikbaar zijn voor predatoren. Daarom kan de dichtheid van het macrobenthos ook een factor zijn bij de bepaling van de natuurwaarde van een gebied.

1.2.3. Dichtheden macrobenthos

De dichtheid of abundantie van het macrobenthos geeft het aantal individuen per oppervlakte eenheid aan en wordt hier uitgedrukt als aantal per m². Een hoge dichtheid van individuen blijkt in de praktijk vaak veroorzaakt te worden door enkele dominante soorten en de biodiversiteitsindex is dan vaak niet bijzonder hoog. Als bij een hoge dichtheid individuen de biodiversiteitsindex toch hoog is dan beschouwen we dit als extra bijzonder. Daarom worden hier de dichtheden ook als criterium meegenomen, waarbij een hoge dichtheid extra punten oplevert (zie tabel). Wel is het natuurlijk zo dat biodiversiteit en dichtheden gedeeltelijk afhankelijk van elkaar zijn. Bij veel individuen is de kans groter dat je ook meer soorten vindt. Dit probleem doet zich al voor bij de berekening van de biodiversiteitsindexen en zou opgelost kunnen worden door de methode van Sanders/Hurlbert toe te passen.

1.2.4. Aanwezigheid zeldzame soorten

Een biodiversiteits getal zegt wat over het aantal soorten dat op een plek gevonden is, het geeft echter niet aan hoe zeldzaam die soorten zijn. Vaak is het natuurlijk wel zo dat gebieden met een hoge diversiteit ook veel zeldzame soorten tellen. Toch geeft ons inziens het aantal zeldzame soorten per station een iets ander aspect van een station aan, en wordt hier daarom als een extra criterium meegenomen. De vraag is dan natuurlijk wat je een zeldzame soort noemt.

1.2.5. Abiotische karakteristieken (sediment types)

Abiotische karakteristieken kunnen in belangrijke mate de aard van het macrobenthos bepalen. Vooral het type sediment (mediane korrelgrootte en slibgehalte) vormen

belangrijke elementen. Deze 2 karakteristieke zijn ook steeds tijdens de BIOMON bemonstering gemeten en kunnen dus ook als criterium meegenomen worden. Voor korrelgrootte en slibgehalte is het echter moeilijker te zeggen dat een grote mediane korrelgrootte of een hoog slibgehalte een gebied bijzonder maakt. Wel is er een tendens dat gebieden met een hoog slibgehalte ook een hogere biodiversiteit hebben op het NCP, maar slibgebieden met een hoge voedsel belasting zoals vlak onder de kust kunnen echter ook een lage biodiversiteit hebben. Hier is gekozen om de zeldzaamheid van het sedimenttype mee te nemen als criterium. In de praktijk komt dit er toch min of meer op neer dat het grofste sediment een hoge klassering krijgt. Dit geldt ook voor het hoogste slibgehalte. Beiden (grof sediment en sediment met een hoog slibgehalte) zijn dus relatief zeldzaam op het NCP.

1.2.6. Ongestoordheid van een gebied (oorspronkelijkheid)

Dit criterium lijkt ons ook belangrijk om mee te nemen, omdat een gebied dat niet of weinig verstoord is door bodemberoerende menselijke activiteiten (b.v. visserij en bodemexploitatie), relatief weinig veranderd is in de loop der tijden. Als maat zou hier bijvoorbeeld de bodemberoerde visserij inspanning in de omgeving van een BIOMON station opgenomen kunnen worden, waarbij een hoge visserij druk een lage klassering voor het station oplevert. De natuurlijke verstoring van de bodem door b.v. waterbeweging en eutrofiëring wordt daarmee echter niet in kaart gebracht. Bovendien vallen de precieze data over visserij activiteiten onder verantwoordelijkheid van het RIVO. Daarom werd er gezocht naar een verstoring maat gebaseerd op de structuur van de macrofauna. Geschikt hiervoor kunnen de graadmeters "Infaunal Trophic Index, ITI" en de verhouding van r en K-strategen zijn. De ITI, die de trophische structuur van de macro-infauna als een simpel getal weergeeft, bleek voor de kustwateren van Zuid California in vergelijking tot biodiversiteit, biomassa, dichtheid en mate van koolstofdepositie de gevoeligste maat voor veranderingen in de structuur van de macrofauna gemeenschap te zijn (Word, 1979). Voor de Noordzee werd de ITI door Lavaleye (1999) uitgewerkt, en door Holtmann (2000) voor 25 BIOMON stations berekend. Voor de andere 75 BIOMON stations is deze index nog niet bekend, en binnen deze opdracht is geen ruimte om die te berekenen. Vandaar dat dit criterium (nog) niet is meegenomen bij de bepaling van karakteristieke gebieden. Dat zelfde geldt voor de r/k index. Ook deze index kan een indruk geven van de mate van verstoring van een gebied (Lavaleye, 1999).

2. Methode

Ter bepaling van de meest bijzondere gebieden wat betreft macrofauna zijn de data van het BIOMON programma van de jaren 1995 tot 1998 gebruikt aangezien die jaren het tot nu toe dichtste net aan stations betreffende het hele NCP beslaan. Uit die gegevens zijn de data voor 8 verschillende criteria (zie inleiding) gehaald. Weliswaar werd tijdens deze jaren slechts een boxcore per station genomen, maar door een gemiddelde van deze 4 jaar per station te gebruiken, wordt per station toch nog een betrouwbaar getal verkregen bij aanname dat er in deze 4 jaren weinig op het NCP veranderd is. Aanwijzingen dat inderdaad het geval is voor de biodiversiteit en enkele belangrijke soorten, zijn te vinden in Lavaleye *et al.* (2000). Per station en per criterium werden dus de data van de 4 jaar gemiddeld. Deze gegevens zijn vermeld in tabel 2. Per criterium werden de 100 data verdeeld over 10 klasse, waarbij de stapgrootte tussen de klasse even groot werd genomen. Aan elk van deze klasse werd een waarde gehecht van 1 t/m 10, waarbij het hoogste cijfer de klasse met de hoogste biodiversiteitsgetallen, met de hoogste biomassa of dichtheid aan macrofauna, met de meeste zeldzame soorten of met het zeldzaamste sediment type aangeeft. In tabel 1 staan de minimale en maximale waarde van de criteria genoemd, met daarbij de stapgrootte en de beginwaarde van de laagste klasse.

Ter bepaling van het aantal zeldzame soorten per station werd de volgende methode gebruikt. Uit de totale BIOMON database, die de data van bijna 800 macrofauna boxcore monsters van 1991 tot 1998 bevat, werden die soorten zeldzaam genoemd, die in 5% of minder van dit aantal monsters is aangetroffen. Wel zijn grote epifauna soorten, zoals de gewone zeester (*Asterias rubens*), die vanwege het relatief kleine bemonsterings oppervlak van de boxcore, niet meegeteld. De 5% grens werd zo gekozen omdat dan het aantal zeldzame soorten per station voldoende varieerde (0 tot 14) om een indeling in verschillende klasse zinvol te maken.

Criteria	Minimum	Maximum	Stapgrootte	Beginwaarde
Aantal soorten (Hill 0)	3,5	34,8	3,5	0
SHW-index	1,1	3,0	0,2	1
SIMP-index	0,06	0,42	0,04	0,02
Zeldzame soorten	0,3	8,0	0,8	0
Biomassa (g AFDW/m ²)	0	148	5	0
Dichtheid (ind./m ²)	88	7055	700	60
Korrelgrootte (µm)	93	551	46	91
Slibgehalte in %	0	19	2	0

Tabel 1. De verschillende criteria die gebruikt zijn om de bijzondere gebieden wat betreft macrofauna aan te wijzen met daarbij de minimale en maximale grootte (gemiddeld over 1995-1998) en de gebruikte stapgrootte om per criterium 10 klasse te onderscheiden. Ook de beginwaarde waar vanaf begonnen is de klasse in te delen is vermeld.

De waarde van elk criterium en het klasse cijfer staan per station vermeld in tabel. 2. Uiteindelijk werden alle 8 klasse cijfers per station opgeteld. Met het programma Surfer werden deze getallen geplot op een kaartje van het NCP (Fig. 1).

3. Resultaten.

3.1 Algemeen

De resultaten van de berekening van de bijzonderheid van de gebieden van het NCP wat betreft macrofauna staan vermeld in Tabel 2, en de totaal uitslag is ook geplot in een kaartje van het NCP (Fig.1). De totaaluitslag van de 8 criteria, die in principe kon variëren tussen 8 en 80, had als minimale waarde 14 (station COA13, gelegen in de Voordelta) en als maximale waarde 54 (station OYS37, gelegen midden in de Oestergronden).

Bij het bekijken van Fig.1 valt op dat hoge waardes voornamelijk in de Oestergronden en op de Doggersbank liggen. Op de Doggersbank en de aangelegene Oestergronden stations valt op dat de stations midden op (DOG1, DOG3, DOG4, DOG5, DOG7, OYS4), dus op het ondiepere gedeelte meestal hoger scoren dan de diepere stations langs de zuidelijke rand van de Doggersbank. Zie b.v. OYS6, DOG2, OYS13 met resp. de "lage" waardes van 38, 37 en 37. Op de Oestergronden liggen deze hoge waardes voornamelijk ten Noorden van de 40 m dieptelijn, waarbij vooral de stations die ongeveer in het midden van de Oestergronden en verticaal boven elkaar liggen hele hoge waardes hebben. Bedoeld zijn hier (van boven naar beneden) stations OYS7, OYS25, OYS15, OYS12 en OYS37. Verder springt ook station OYS20, dat aan de rand van de Klaverbank ligt, eruit met een waarde van 48. Rond het Friese Front, op circa 30 tot 40 m diepte, ligt ook een concentratie stations met bijna allemaal waardes van 45, nl. station OYS34 (het Friese Front station), OYS36, OYS 21, OYS8, OYS5 en OYS11. In het Kustgebied ligt geen enkel station met een waarde van 40 of meer, maar station COA15 komt met een waarde van 39 dichtbij. In het Offshore gebied zijn twee gebieden aan te wijzen. Een station (OFF29) ongeveer 50 km ten Noorden van Schiermonnikoog gelegen met een score van 43 (wordt hier niet verder in detail besproken). En twee stations, die verrassenderwijs midden in het relatief laag gewaardeerde zuidelijke deel van het Offshore gebied liggen, nl. OFF23 en OFF33. Beide liggen op de raai van Noordwijk, en opvallend is de hoge waarde die OFF33 heeft, nl. 47. Bij controle in tabel 2 blijkt deze hoge waarde veroorzaakt wordt door de hoge biodiversiteit, het hoge aantal zeldzame soorten en de hoge dichtheid aan fauna. De gebieden met hoge scores (Fig. 2) worden nu in detail besproken.

3.2. Beschrijving van de bijzondere gebieden.

3.2.1. De Doggersbank

De Doggersbank vormt een ondiep uitgestrekt onderwater eiland in de Noordzee. Het ondiepste punt ligt minder dan 20 m onder het water oppervlak. Het is geheel omgeven door waterdieptes van meer dan 40 m. Een deel van de Doggersbank wordt door de grenzen van het NCP aangesneden. Op dit deel hebben de volgende stations een hoge waardering gekregen als bijzonder gebied wat betreft de macrofauna, nl. DOG1, DOG3, DOG4, DOG5, DOG7, OYS4. Al deze stations hebben een waarde van 44 of meer. Het gebied dat deze stations omvat heeft waterdieptes variërend van 25 tot 35 m. De mediane korrelgrootte van het sediment ligt tussen de 151 en 241 μm , en het slibgehalte is altijd nul. In geologische termen wordt dit sediment als "fijn zand" gekarakteriseerd. De fauna van deze stations heeft een grote overeenkomst en clustert met een twinspan analyse (Holtmann *et al*, 1996). De soorten die in alle 6 stations bijna altijd voorkomen zijn de Polychaeta *Spiophanes bombyx*, *Magelona papillicornis* en *Goniada maculata*, de brokkelster *Acrocnida brachiata*, de vlokreeftjes van het genus *Bathyporeia* (3 soorten), en de schelpjes *Mysella bidentata* en *Tellina fabula*. De laatste soort wordt door Holtmann *et al.* (1996) als indicator soort voor deze fauna gemeenschap genoemd. De dichtheid van de macrofauna ligt tussen de 2200 en 3000 ind/m², de biomassa tussen de 5 en 17 g AFDW/m², wat beiden niet als bijzonder hoog, noch als laag bestempeld kan worden. *Tellina fabula* kan soms dichtheden bereiken van 900 per m². Wat biomassa betreft is van bovengenoemde soorten *Acrocnida* de belangrijkste met soms 10 g AFDW per m². Zeldzame soorten die op deze stations voorkomen zijn:

<i>Ampelisca macrocephala</i>	Am	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	Am
ENTOPROCTA	En	<i>Paraonis fulgens</i>	Po
<i>Lora turricula</i>	Ga	<i>Urothoe elegans</i>	Am
<i>Stenula rubrovittata</i>	Am	<i>Ensis arcuatus</i>	Bi
<i>Lepidepcreum longicorne</i>	Am	<i>Sthenelais boa</i>	Po
<i>Sosane gracilis</i>	Po	<i>Dosinia exoleta</i>	Bi
<i>Pontocrates arenarius</i>	Am	<i>Lucinoma borealis</i>	Bi
<i>Orchomene humilis</i>	Am	<i>Argissa hamatipes</i>	Am

3.2.2. De Oestergronden.

De Oestergronden vormen een diep (> 40 m) en slibrijk gebied binnen het NCP. Binnen deze Oestergronden heeft het gebied, waarin de stations OYS7, OYS25, OYS15, OYS12 en OYS37 liggen, een hele hoge waarde wat betreft macrofauna bijzonderheid. Al deze stations hebben een waarde van 47 of hoger. De dieptes van deze stations ligt vlak rond de 50 m. De mediane korrelgrootte varieert van 93 tot 124µm, en het slibgehalte tussen de 8 en 11%. Dit sediment kan gekarakteriseerd worden als slib. De fauna van deze stations heeft een grote overeenkomst met elkaar en de nabije omgeving, en clustert met een twinspan analyse (Holtmann *et al.*, 1996). De soorten die in alle 5 stations bijna altijd voorkomen zijn de Polychaeta *Chaetopterus variopedatus*, *Chaetozone setosa*, *Gattyana cirrosa*, *Glycera rouxi*, *Levinseria gracilis*, *Nephtys hombergi*, *Notomastus latericeus*, *Pholoe minuta* en *Synelmis klatti*, de brokkelster *Amphiura filiformis*, de kreeftjes *Callianassa subterranea* en *Harpinia antennaria*, de schelpjes *Abra alba* en *Mysella bidentata*, de slakjes *Hyala vitrea* en *Cylichna cylindracea*, de zeeëgel *Echinocardium cordatum*, en Phoronidae. De soort *Glycera rouxi* wordt door Holtmann et al (1996) als indicator soort voor de Oestergrond fauna gemeenschap genoemd. De dichtheid van de macrofauna ligt tussen de 700 en 1700 ind/m², de biomassa tussen de 8 en 31 g AFDW/m². De dichtheid kan als laag bestempeld worden. De biomassa loopt van laag in het noorden naar betrekkelijk hoog in het zuiden. *Amphiura filiformis* kan soms dichtheden bereiken van 600 per m². Wat biomassa betreft is van bovengenoemde soorten *Chaetopterus* de belangrijkste met soms 17 g AFDW per m². Zeldzame soorten die op deze stations voorkomen zijn:

<i>Ampelisca aequicornis</i>	Am	<i>Lysilla loveni</i>	Po
<i>Campylaspis glabra</i>	Cu	<i>Mya truncata</i>	Bi
<i>Rhodine loveni</i>	Po	<i>Harpinia pectinata</i>	Am
<i>Apherusa jurinei</i>	Am	<i>Tharyx marioni</i>	Po
<i>Cirolana cranchii</i>	Is	<i>Enipo kinbergi</i>	Po
<i>Eudorella emarginata</i>	Cu	APLACOPHORA	Ap
PRIAPULIDA	Pr	ARCHIANNELIDA	Po
<i>Chlamys varia</i>	Bi	<i>Cucumaria elongata</i>	Ho
<i>Leucothoe richiardi</i>	Am	<i>Microprotopus maculatus</i>	Am
<i>Westwoodilla caecula</i>	Am	<i>Thracia convexa</i>	Bi
<i>Aricidea jeffreysi</i>	Po	<i>Nephtys incisa</i>	Po
<i>Glycera alba</i>	Po	Sipunculidae	Si
<i>Harpinia crenulata</i>	Am	<i>Brissopsis lyrifera</i>	Ec

3.2.3. De Klaverbank

Het station OYS20 heeft een hoge macrofauna bijzonderheidswaarde van 48. De reden dat dit ene station hier toch iets uitgebreider besproken wordt, ligt aan het feit dat dit station aan de rand van de Klaverbank ligt. Dit gebied, met harde klei- en grindbanken, is tijdens het BIOMON programma steeds gemeden, omdat met een boxcore hier vanwege de harde grond en de stenen geen goede monsters kunnen worden genomen. Ook tijdens de Synoptic Mapping van 1986 konden hier geen monsters verkregen worden. Uit een studie van Sips & Waardenburg (1989) blijkt dat video opname de aanwezigheid van een rijke en gevarieerde bodemfauna laat zien. Ook de door hen genomen bodemonsters met een speciale bodemhapper leveren enkele voor de Noordzee zeldzame soorten op, zoals *Arcopagia crassa* en *Dosinia exoleta*. Diversiteits indexen worden door hen niet gegeven, maar het is wel duidelijk dat de Klaverbank ook hoog zal scoren op de bijzonderheids lijst voor macrofauna. Het is mogelijk dat de nabijheid van de Klaverbank de directe omgeving wat bodemfauna rijkdom positief beïnvloed, en dit zou dan een verklaring kunnen zijn voor de hoge waarde van OYS20. De diepte van dit station is 50m. De mediane korrelgrootte is 186 μm , en het slibgehalte 3,5%. De fauna vertoont vooral grote overeenkomst met de andere rijke Oestergronden stations (zie boven). Ook hier kan *Amphiura filiformis* hoge dichtheden bereiken (tot 1000 per m^2). *Callianassa subterranea* en *Echinocardium cordatum* bereiken een relatief hoge biomassa met maximaal 8 g AFDW per m^2 . Zeldzame soorten die hier voorkomen zijn:

Sosane gracilis	Po
Urothoe elegans	Am
APLACOPHORA	Ap
Thracia convexa	Bi
Sipunculidae	Si
Argissa hamatipes	Am

3.2.4. Het Friese Front

Het Friese Front is een gebied dat op de overgang van het zandige zuidelijk deel van het NCP en de slibbige Oestergronden ligt. Dit wordt niet alleen aangegeven door een snelle verdieping van 30 naar 40 m, maar ook komen hier twee stroming bij elkaar, die verder parallel lopen naar het noordoosten. Dit gebied wordt al langer als een bijzonder gebied beschouwd vanwege zijn scherpe zonering en de hoge dichtheden en biomassa van de macrofauna (Creutzberg *et al.*, 1984). Sinds kort wordt dit gebied onderworpen aan een uitvoeriger onderzoek en monitoring vanwege de geconstateerde snelle achteruitgang van de macrofauna, mogelijk veroorzaakt door de intensivering van de visserij langs de randen van de scholbox. Zie voor een uitgebreidere beschrijving Lavaleye (2000). De macrofauna zonering van het Friese Front, die het gebied bijzonder maakt is niet te vatten in een getal per station. Ondanks dit en de geconstateerde achteruitgang van de macrofauna scoren de stations OYS34, OYS36, OYS21, OYS8, OYS5 en OYS11 toch nog hoog op de bijzonderheids lijst voor macrofauna (gemiddeld meer dan 45). Ze vormen samen het aan macrofauna rijke deel van het Friese Front. De diepte van deze 6 stations varieert van 37 tot 42m. De mediane korrelgrootte varieert van 102 tot 173 μm , en het slibgehalte tussen de 8 en 19 %. Dit sediment kan gekarakteriseerd worden als slib. De fauna van deze stations heeft een grote overeenkomst met elkaar en de nabije omgeving en clustert met een twinspan analyse (Holtmann *et al.*, 1996). De soorten die in alle 6 stations bijna altijd voorkomen zijn de Polychaeta *Lumbrineris latreilli*, *Nephtys hombergi*, *Pholoe minuta* en *Spiophanes bombyx*, de brokkelster *Amphiura filiformis*, de slangster *Ophiura albida*, de kreeftjes *Callianassa subterranea*, *Eudorella truncatula*, *Harpinia antennaria* en *Upogebia deltaura*, de schelpjes *Abra alba*, *Corbula gibba*, *Mysella bidentata* en *Nucula nitidosa*, de slakjes *Cylindrina cylindracea* en *Euspira nitida*, de zeeëgel *Echinocardium cordatum*, en Phoronidae. De soorten *Pholoe minuta*, *Lumbrineris latreilli*, *Mysella bidentata* en *Callianassa subterranea* worden door Holtmann *et al.* (1996) als indicator soort voor de Friese Front fauna gemeenschap genoemd. De dichtheid van de macrofauna ligt tussen de 1100 en 2200 ind/m², de biomassa tussen de 14 en 19 g AFDW/m², maar vroeger lagen deze getallen beide aanzienlijk hoger. In de periode 1986-1991 werden nog dichtheden van meer dan 4000 per m² gevonden met uitschieters tot boven de 7000 (Lavaleye, 2000). *Amphiura filiformis* kon in de periode 1995-98 soms dichtheden bereiken van 1800 per m². Wat biomassa betreft is van bovengenoemde soorten *Upogebia deltaura* vaak de belangrijkste met soms 19 g AFDW per m².

Tornus fragilis	Ga	Harpinia pectinata	Am
Microphthalmus	Po	Sthenelais boa	Po
Leucothoe richiardi	Am	Caprellidae	Am
Aricidea jeffreysi	Po	Orbinia sertulata	Po
Orchomene humilis	Am	Cucumaria elongata	Ho
Leucothoe lilljeborgi	Am	Nephtys incisa	Po
Terebellides stroemi	Po	Sipunculidae	Si
Harpinia crenulata	Am	Sphaerosyllis hystrix	Po
Lysilla loveni	Po	Golfingia procera	Si
Mya truncata	Bi	Lepton squamosum	Bi

3.2.5. De Offshore Noordwijk raai

Het Offshore gebied, gelegen in het zuidelijk deel van het NCP, heeft een dynamische bodem die voornamelijk bestaat uit fijn tot middelfijn zand. Over het algemeen scoort dit gebied op de bijzonderheidslijst niet hoog (Fig.1). Het uiterste zuiden vertoont wat hogere scores tot maximaal 39. Het is daarom des te opvallender dat één station, nl. OFF33 wel hoog scoort met 47. Een ander station OFF23, dat ook op de Noordwijk raai is gelegen, scoort ook nog redelijk met 42. De directe omgeving scoort duidelijk veel lager. Deze twee stations liggen vrij ondiep, 24-30 m. De mediane korrelgrootte is 271-319 μm , en er is geen slib aanwezig. Dit sediment kan gekarakteriseerd worden als middel fijn zand. De soorten die op beide stations bijna altijd voorkomen zijn de Polychaeta *Nephtys cirrosa*, *Magelona papillicornis* en *Spiophanes bombyx*, de vlokreeftjes *Bathyporeia elegans*, *B. guilliamsoniana*, *Urothoe brevicornis* en *U. poseidonis*. De soorten *Nephtys cirrosa* en *Bathyporeia guilliamsoniana* worden door Holtmann *et al.* (1996) als indicator soort voor de Offshore fauna gemeenschap genoemd. De dichtheid van de macrofauna ligt tussen de 4100 en 6200 ind/m², de biomassa tussen de 13 en 31 g AFDW/m². De dichtheid kan als hoog tot zeer hoog bestempeld worden, terwijl de biomassa als niet hoog geboekt kan worden. *Spiophanes bombyx* en *Lanice conchilega* kunnen hier hoge dichtheden bereiken tot meer dan 8000 per m². Ook *Urothoe poseidonis* kan dichtheden van meer dan 1000 per m² halen. Wat biomassa betreft kunnen *Ensis* soorten en *Lanice conchilega* hoog scoren met respectievelijk maximaal 26 en 22 g AFDW per m². Zeldzame soorten die op deze stations voorkomen zijn:

Anaitides lineata	Po
Callianassa tyrrhena	De
Ensis arcuatus	Bi
Caprellidae	Am
Microtopopus maculatus	Am

4. Conclusie

Op grond van 8 criteria zijn er 5 gebieden op het NCP (Fig. 2) aan te wijzen die wat betreft het macrobenthos bijzonder genoemd kunnen worden. Deze gebieden zijn naar rangschikking van belangrijkheid op grond van de 8 criteria: De spil van de Oestergronden, het Friese Front, de ondiepe Doggersbank, de Klaverbank en Offshore Noordwijk. Bij het Friese Front is nog geen rekening gehouden met het feit dat hier een scherpe zonerings van faunagemeenschappen ligt, die het gebied extra bijzonder maken. De Klaverbank is hier mede op grond van waarnemingen die los van het BIOMON onderzoek zijn gedaan (Sips & Waardenburg, 1989) meegenomen.

Gebruikte afkortingen in de soorten lijsten:

Am	=	Amphipoda
Ap	=	Aplacophora
Bi	=	Bivalvia
Cu	=	Cumacea
De	=	Decapoda
Ec	=	Echinoidea
En	=	Entoprocta
Ga	=	Gastropoda
Ho	=	Holothuroidea
Is	=	Isopoda
Po	=	Polychaeta
Pr	=	Priapulida
Si	=	Sipunculida

5. Trendanalyse van de macrofauna diversiteits gegevens over de jaren 1991-1998 van de Oestergronden en het Friese Front.

5.1. Inleiding

Parallel aan de analyses, die uitgevoerd zijn in het zelfde kader maar NCP breed uitgevoerd zijn (Lavaleye *et al.*, 2000), wordt hier een trendanalyse gegeven van de diverse diversiteitsindexen voor de Oestergronden en het Friese Front apart. Aanleiding voor deze aparte analyse is het gegeven dat beide gebieden hoog scoren wat betreft de bijzonderheid van de macrofauna (dit rapport), maar ook omdat er aanwijzingen waren dat de macrofauna speciaal op het Friese Front een dalende trend liet zien (zie o.a. Lavaleye, 2000).

5.2. Methode

De trendanalyse van het Friese Front en Oestergronden is op een zelfde manier uitgevoerd als de analyses voor het hele NCP in de parallel opdracht "Macrobenthos van het NCP" (Lavaleye *et al.*, 2000). De analyse is gebaseerd op de BIOMON data van 1991-1998, en is uitgevoerd met de gepaarde t-toets. De paring van de stations levert voor de periode 1991-1994 geen problemen op omdat in de Oestergronden in deze periode steeds dezelfde 7 stations (5 monsters per station) zijn bezocht. Datzelfde geldt voor de periode 1995-1998, waarin steeds dezelfde 41 stations (1 monster per station) zijn bemonsterd. De moeilijkheid zit in de overgang van 1994 naar 1995, een overgang van 7 naar 41 stations. Voor de koppeling van de diversiteitsgetallen hebben we hier een methode gebruikt, waarbij aan een station van voor 1995 stations van na 1994 worden gekoppeld die niet verder dan 15 mijl van dat station verwijderd liggen. Deze koppeling levert maximaal 19 paren op. Voor het Friese Front is in de jaren 1991-1994 slechts 1 station bemonsterd, het huidige station OYS36, vroeger META2 genoemd. Hiervan is dus het aantal data en dus ook het aantal paren zeer gering. De resultaten van de gepaarde t-toetsen tussen alle jaren (1991-1998) is uitgezet als een matrix. Voor de diverse diversiteitsgetallen (Hill0, Shannon-Wiener, en Simpson's index zijn de uitkomsten in de Tabellen 3 tot 8 uitgezet.

5.3. Resultaten

5.3.1. De Oestergronden

Wat betreft het aantal soorten per box (Hill0) blijkt dat in de jaren 1991 en 1995 nauwelijks een verschil aan te tonen is (Tabel 3). Het jaar 1996 is echter duidelijk anders en de verschillen zijn steeds significant met de jaren ervoor. Ook als we rigide

de Bonferroni correctie toepassen zijn nog steeds drie jaren ervoor, nl. 1991, 1992 en 1995 significant hoger dan 1996. In 1997 is er een opleving van de biodiversiteit, maar 1998 geeft weer een duidelijke daling aan, de verschillen zijn echter iets minder extreem als in het jaar 1996.

Mean Hill0	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
28.1	1991		35	35	35	19	19	19	19
29.5	1992	0.218		35	35	19	19	19	19
27.6	1993	0.583	0.096		35	19	19	19	19
27.5	1994	0.634	0.093	0.958		19	19	19	19
26.9	1995	0.094	0.025	0.504	0.713		41	42	42
23.4	1996	0.000	0.000	0.016	0.006	0.000		41	41
26.7	1997	0.147	0.070	0.728	1.000	0.822	0.000		42
23.9	1998	0.010	0.003	0.159	0.098	0.008	0.602	0.025	

Tabel 3. In de matrix is links onder de kans uitgezet dat op de Oestergronden de Hill0 diversiteits getallen tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren (aangegeven met grijs). Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde aantal soorten (Hill0) per jaar van de Oestergronden vermeld.

Mean SHW	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.09	1991		35	35	35	19	19	19	19
2.30	1992	0.002		35	35	19	19	19	19
2.27	1993	0.022	0.681		35	19	19	19	19
2.26	1994	0.028	0.659	0.940		19	19	19	19
2.43	1995	0.163	0.939	0.333	0.174		41	42	42
2.26	1996	0.212	0.637	0.588	0.245	0.004		41	41
2.60	1997	0.002	0.048	0.007	0.007	0.002	0.000		42
2.45	1998	0.003	0.052	0.010	0.006	0.741	0.016	0.056	

Tabel 4. In de matrix is links onder de kans dat op de Oestergronden de Shannon-Wiener diversiteits indexen tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren (in grijs aangegeven). Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde Shannon-Wiener index per jaar van de Oestergronden vermeld.

De Shannon-Wiener index geeft een heel ander aspect als de Hill0 index. Uit de analyse blijkt dat nu vooral het 1991 arm aan diversiteit is. Dit jaar verschilt met de meeste andere jaren significant, met de Bonferroni correctie is dit echter net niet het geval. Het jaar 1997 en in mindere mate het jaar 1998 lijken nu juist rijke jaren. Als we echter de Bonferroni correctie toepassen dan blijkt dat alleen het verschil tussen 1996 en 1997 significant te zijn. De Shannon-Wiener index geeft dus een ander beeld dan de Hill0 index en dat komt omdat hierbij naast de zeldzame soorten ook de "evenness" meetelt.

Mean SIMP	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0.24	1991		35	35	35	19	19	19	19
0.20	1992	0.009		35	35	19	19	19	19
0.21	1993	0.126	0.528		35	19	19	19	19
0.20	1994	0.125	0.644	0.922		19	19	19	19
0.17	1995	0.279	0.955	0.327	0.163		41	42	42
0.20	1996	0.321	0.816	0.450	0.174	0.032		41	41
0.14	1997	0.018	0.173	0.008	0.019	0.005	0.000		42
0.16	1998	0.001	0.006	0.006	0.002	0.649	0.031	0.182	

Tabel 5. In de matrix is links onder de kans uitgezet dat op de Oestergronden de Simpson diversiteits index (SIMP) tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren. Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde Simpson's index per jaar van de Oestergronden vermeld.

De analyse van de Simpson's index geeft aan dat vooral de jaren 1997 en 1998 duidelijk verschillen van bijna alle voorgaande jaren (Tabel 5). Als de Bonferroni correctie wordt toegepast dan verschilt echter alleen 1991 significant van 1998, en 1996 significant van 1997. Het is opvallend dat de biodiversiteit vooral in de laatste twee jaren (1997 en 1998) hoog is (dus een lage waarde voor de Simpson's index).

5.3.2. Het Friese Front

Wat betreft het aantal soorten per box (Hill0) blijkt dat er zich in de jaren 1991 tot en met 1998 eigenlijk nauwelijks veranderingen hebben voorgedaan (Tabel 6).

Gemiddeld heeft 1991 wel de hoogste aantallen soorten maar met de analyse blijkt het verschil met de andere jaren alleen significant te zijn voor 1993, 1996 en 1997. Met de Bonferroni correctie blijkt zelfs dat dit verschil niet significant is

Mean	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Hill0									
30.2	1991		5	5	5	4	4	4	4
27.6	1992	0.395		5	5	4	4	4	4
25.0	1993	0.049	0.114		5	4	4	4	4
27.2	1994	0.153	0.815	0.011		4	4	4	4
27.7	1995	0.695	1.000	0.291	0.809		4	4	4
20.0	1996	0.013	0.110	0.149	0.071	0.029		4	4
22.5	1997	0.005	0.130	0.328	0.078	0.168	0.348		4
26.5	1998	0.412	0.391	0.133	0.664	0.698	0.142	0.177	

Table 6. In de matrix is links onder de kans uitgezet dat op het Friese Front de Hill0 diversiteits getallen tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren (aangegeven met grijs). Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde aantal soorten (Hill0) per jaar van het Friese Front vermeld.

Mean	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
SHW									
1.64	1991		5	5	5	4	4	4	4
1.77	1992	0.110		5	5	4	4	4	4
2.17	1993	0.010	0.016		5	4	4	4	4
1.51	1994	0.516	0.170	0.043		4	4	4	4
2.58	1995	0.005	0.006	0.169	0.001		4	4	4
2.36	1996	0.021	0.014	0.624	0.005	0.340		4	4
2.54	1997	0.004	0.017	0.177	0.007	0.887	0.387		4
2.52	1998	0.004	0.000	0.053	0.001	0.758	0.217	0.930	

Tabel 7. In de matrix is links onder de kans dat op het Friese Front de Shannon-Wiener diversiteits indexen tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren (in grijs aangegeven). Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde Shannon-Wiener index per jaar van het Friese Front vermeld.

De Shannon-Wiener index geeft een heel ander aspect als de Hill0 index (Tabel 7). Uit de analyse blijkt dat nu vooral het 1991, 1992 en 1994 arm aan diversiteit is. Deze jaren verschillen met de meeste andere jaren significant, met de Bonferroni correctie is dat echter nog maar zelden het geval (twee keer met het jaar 1998, en een keer met het jaar 1995). De gemiddelde van de laatste vier jaren zijn duidelijk hoger dan de 4 voor afgaande. De dalende trend die op het Friese Front is gevonden in de macrofauna biomassa en dichtheid, en in een afname van een aantal karakteristieke soorten, wordt dus niet gedekt door een afname in de biodiversiteit. Wel moet bedacht worden dat de analyse is uitgevoerd op met zeer beperkt aantal data.

Mean SIMP	Years	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0.32	1991		5	5	5	4	4	4	4
0.28	1992	0.320		5	5	4	4	4	4
0.19	1993	0.016	0.013		5	4	4	4	4
0.37	1994	0.522	0.139	0.042		4	4	4	4
0.14	1995	0.013	0.012	0.394	0.003		4	4	4
0.16	1996	0.145	0.079	0.869	0.015	0.662		4	4
0.12	1997	0.005	0.017	0.227	0.016	0.805	0.553		4
0.14	1998	0.015	0.000	0.110	0.002	0.968	0.519	0.763	

Tabel 8. In de matrix is links onder de kans uitgezet dat op het Friese Front de Simpson diversiteits index (SIMP) tussen twee bemonsterings jaren niet verschillen. Bij een kans kleiner dan 0.05 is er een significant verschil tussen de jaren. Met Bonferroni correctie is het verschil pas significant bij een kans kleiner dan 0.0018. De kans is berekend met de gepaarde *t*-toets. Het aantal gebruikte paren tussen twee jaren is in het rechter boven deel uitgezet. Per jaar is in de eerste kolom ook nog het gemiddelde Simpson's index per jaar van het Friese Front vermeld.

De Simpson's index geeft in grote lijnen het zelfde beeld als de Shannon Wiener index (Tabel 8). De jaren 1991, 1992 en 1994 hebben een lage waarde (dus hoge diversiteit) en verschillen heel vaak significant van de andere jaren. Bij toepassing van de Bonferroni correctie blijkt dat alleen het verschil tussen 1992 en 1998 nog significant is. Ook hier zijn net als bij de Shannon Wiener index de gemiddelde van de laatste vier jaren zijn duidelijk anders (lager) dan de 4 voor afgaande jaren.

5.4. Conclusie

De verschillende biodiversiteits indexen (Hill0, Shannon-Wiener en Simpson's) van de Oestergronden en het Friese Front laten schommelingen zien in de loop van de jaren 1991 tot 1998. Hoewel soms jaren significant verschillen van andere jaren is er geen duidelijke trend aan te wijzen in het verloop van de macrofauna diversiteit. Bovendien verschillen de schommelingen in de 3 biodiversiteits indexen ook vaak van elkaar. Het is opmerkelijk dat de dalende trend in de macrofauna biomassa en dichtheid op het Friese Front (Lavaleye, 2000) niet gedekt wordt door een dalende trend in de biodiversiteit.

Als eindconclusie kan gesteld worden dat ook op de Oestergronden en het Friese Front, evenals op het NCP als geheel (Lavaleye *et al.*, 2000), de biodiversiteit van de macrofauna in de jaren 1991-1998 onder de huidige druk van de gebruiksfuncties, met name bodemvisserij, min of meer stabiel gebleven is.

6. Dankwoord

Dit onderzoek heeft gebruik gemaakt van de data van het macrobenthos monitorings onderzoek dat op het NIOZ is uitgevoerd door diverse medewerkers onder begeleiding van Gerard Duineveld. Statistische adviezen werden verkregen via Jaap van der Meer. Carla Bisseling en Chantal van Dam van het IKC lazen het concept kritisch door en leverde commentaar. Han Lindeboom verzorgde de acquisitie en Maarten van Arkel de officiële administratie. Henk Hobbelink ontwierp de artistieke kافت en regelde het drukproces.

7. Literatuur.

Creutzberg, F., P. Wapenaar, G. Duineveld & N. Lopez Lopez, 1984. Distribution and density of the benthic fauna in the southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions. _ Rapport et procès verbaux et réunions. Conseil international pour l'exploration de la mer 182: 101-110.

Holtmann, S.E., 2000. Infaunal Trophic Index (ITI) & Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-strategen) op 25 stations van het NCP (1991-1998). Gonz III. Graadmeter Ontwikkeling Noordzee. _ NIOZ-rapport, januari 2000: 1-42.

Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, J.A. van Bostelen & J. van der Meer, 1996. Atlas of the zoobenthos of the Dutch continental shelf. _ Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate: Rijswijk. 1-244 pp.

Lavaleye, M.S.S., 1999. Gonz-rapport. Rapport graadmeters van de Noordzee. Infaunal Trophic Index (ITI) van het macrobenthos en Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-strategen). _ NIOZ-rapport, Februari 1999: 1-40.

Lavaleye, M.S.S. 2000. Changes in the macrobenthos abundance in the area of the Frisian Front: a preliminary comparison between the distributions of 1986-1991 and 1997-1998. In: M.A. Baars, M.J.N. Bergman & M.S.S. Lavaleye. The Frisian Front revisited.- NIOZ-Rapport [no number]: 13-38.

Lavaleye, M.S.S., H. Lindeboom & M.J.N. Bergman, 2000. Macrobenthos van het NCP. Rapport ecosysteemdoelen Noorzee. _ NIOZ-rapport 2000-4: pp. 1-65

Sips, H.J.J. & H.W. Waardenburg, 1989. The macrobenthic community of gravel deposits in the Dutch part of the North Sea (Klaverbank): ecological impact of gravel extraction. _ Bureau Waardenburg: Culemborg. pp.1-34.

AREA	HILL0	k-HILL0	SHW	k-SHW	SIMP	k-SIMP	DENS	k-DENS	BIOM	k-BIOM	GRAIN	k-GRAIN	SLIB	k-SLIB	ZELD	k-ZELD	k-TOT
COA1	18.8	6	1.8	5	0.26	5	5713	9	22	5	213	1	0.05	1	1.8	3	35
COA2	13.5	4	1.6	3	0.34	2	3559	5	75	10	181	3	0.03	1	1.0	2	30
COA3	16.8	5	2.0	6	0.19	6	3939	6	136	10	220	1	1.80	1	1.5	2	37
COA4	11.5	4	1.7	4	0.25	5	1646	3	18	4	185	1	0.21	1	0.3	1	23
COA5	15.5	5	1.3	2	0.42	1	6156	9	130	10	207	1	2.03	2	1.8	3	33
COA6	15.8	5	1.5	3	0.32	3	7055	10	33	7	161	3	0.03	1	1.3	2	34
COA7	8.3	3	1.6	4	0.27	4	768	2	2	1	186	1	0.00	1	1.0	2	18
COA8	16.5	5	1.6	4	0.36	2	3006	5	35	8	221	1	0.00	1	1.3	2	28
COA9	17.3	5	1.5	3	0.42	1	3577	6	76	10	230	4	0.00	1	1.5	2	32
COA10	10.3	3	1.8	4	0.24	5	991	2	38	8	244	4	1.29	1	0.3	1	28
COA11	14.8	5	1.7	4	0.38	2	1639	3	11	3	325	6	0.33	1	2.3	3	27
COA12	10.5	3	1.5	3	0.33	3	1196	2	3	1	271	4	0.00	1	0.8	1	18
COA13	3.5	1	1.1	1	0.34	3	88	1	0	1	300	5	0.00	1	0.5	1	14
COA14	12.3	4	1.8	5	0.24	5	1156	2	44	9	261	4	2.88	2	0.8	1	32
COA15	15.3	5	1.9	5	0.22	5	5918	9	148	10	203	1	0.03	1	2.0	3	39
DOG1	31.0	9	2.9	10	0.09	9	2220	4	5	2	209	1	0.00	1	7.8	10	46
DOG2	24.0	7	2.5	8	0.12	8	1869	3	16	4	190	1	0.03	1	3.3	5	37
DOG3	32.5	10	2.9	10	0.09	9	2348	4	6	2	201	1	0.00	1	6.0	8	45
DOG4	30.3	9	2.7	9	0.11	8	2213	4	14	3	199	1	0.25	1	6.8	9	44
DOG5	29.5	9	2.6	8	0.14	8	2326	4	17	4	181	3	0.05	1	6.5	9	46
DOG6	28.5	9	2.6	9	0.13	8	2264	4	7	2	211	1	0.00	1	5.3	7	41
DOG7	34.5	10	2.9	10	0.09	9	2498	4	14	3	205	1	0.03	1	8.0	10	48
OFF1	19.8	6	1.6	3	0.36	2	4528	7	24	5	210	1	0.00	1	2.8	4	29
OFF2	16.0	5	1.7	4	0.33	3	3105	5	11	3	245	4	0.00	1	2.5	4	29
OFF3	18.0	6	1.8	5	0.27	4	3339	5	10	3	187	1	0.00	1	2.8	4	29
OFF4	23.8	7	2.4	7	0.17	7	1715	3	17	4	198	1	0.00	1	3.8	5	35
OFF5	26.8	8	2.3	7	0.20	6	2900	5	25	6	214	1	0.00	1	3.5	5	39
OFF6	18.8	6	2.4	8	0.14	8	980	2	4	1	320	5	0.00	1	3.0	4	35
OFF7	12.8	4	1.5	3	0.37	2	1701	3	45	9	226	1	0.00	1	1.5	2	25
OFF8	16.5	5	2.0	5	0.21	6	2169	4	14	3	236	4	0.00	1	1.5	2	30
OFF9	13.8	4	2.0	6	0.18	6	1148	2	12	3	263	4	0.00	1	1.8	3	29
OFF10	18.0	6	2.0	6	0.25	5	1390	2	7	2	285	5	0.00	1	2.3	3	30
OFF11	19.8	6	2.4	8	0.13	8	1097	2	4	1	200	1	0.00	1	3.3	5	32
OFF12	14.5	5	2.2	7	0.15	7	600	1	2	1	271	4	0.00	1	1.0	2	28
OFF13	15.8	5	2.3	7	0.14	8	775	2	3	1	267	4	0.00	1	1.3	2	30
OFF14	16.3	5	2.2	7	0.17	7	1148	2	5	1	202	1	0.00	1	0.8	1	25
OFF15	16.0	5	2.0	5	0.23	5	1496	3	17	4	285	5	0.00	1	1.0	2	30
OFF16	14.0	4	2.3	7	0.13	8	567	1	3	1	267	4	0.00	1	0.5	1	27
OFF17	6.8	2	1.7	4	0.23	5	194	1	4	1	307	5	0.00	1	0.8	1	20
OFF18	9.5	3	1.8	4	0.25	5	402	1	20	4	324	6	0.00	1	0.8	1	25
OFF19	15.0	5	2.0	5	0.23	5	1141	2	15	4	289	5	2.05	2	2.8	4	32
OFF20	15.0	5	2.3	7	0.13	8	666	1	23	5	365	6	0.20	1	2.0	3	36
OFF21	15.8	5	2.3	7	0.16	7	1273	2	2	1	551	9	0.00	1	5.0	7	39
OFF22	14.5	5	1.9	5	0.30	3	1020	2	8	2	350	6	0.00	1	2.3	3	27
OFF23	22.3	7	1.9	5	0.25	5	4126	6	31	7	319	5	0.00	1	4.8	6	42
OFF24	16.0	5	2.3	7	0.14	7	962	2	8	2	420	7	0.18	1	2.5	4	35
OFF25	17.5	5	2.2	7	0.17	7	1064	2	18	4	358	6	0.00	1	3.3	5	37

Tabel 2. De 100 BIOMON stations met daarbij de gemiddelde over de jaren 1995-1998 van de 8 criteria, nl. de biodiversiteits indexen Hill0, Shannon-Wiener (SHW) en Simpsons (SIMP), de dichtheid (DENS) en biomassa van de macrofauna, de gemiddelde korrelgrootte (GRAIN) en het percentage slib (SLIB) van het bodemsediment, en het aantal zeldzame macrofauna soorten (ZELD). Het voorvoegsel k- geeft de indeling in klasse per criteria aan. Onder k-TOT staat de uitkomst van de optelling van de klasse punten van de 8 criteria.

AREA	HILLO	k-HILLO	SHW	k-SHW	SIMP	k-SIMP	DENS	k-DENS	BIOM	k-BIOM	GRAIN	k-GRAIN	SLIB	k-SLIB	ZELD	k-ZELD	k-TOT
OFF26	12.3	4	2.1	6	0.17	7	395	1	1	1	464	8	0.00	1	3.5	5	33
OFF27	15.8	5	1.8	5	0.27	4	1719	3	30	6	364	6	0.32	1	5.5	7	37
OFF28	15.3	5	2.2	7	0.16	7	859	2	8	2	436	7	0.00	1	3.5	5	36
OFF29	21.5	7	2.3	7	0.17	7	2827	4	12	3	407	6	0.30	1	6.0	8	43
OFF30	21.0	6	2.4	7	0.13	8	1810	3	37	8	215	1	0.00	1	4.3	6	40
OFF31	16.8	5	1.8	5	0.30	4	1971	3	2	1	255	4	0.00	1	1.0	2	25
OFF32	12.8	4	1.9	5	0.26	5	1368	2	2	1	318	5	0.00	1	1.5	2	25
OFF33	25.0	8	2.4	8	0.15	7	6207	9	13	3	271	4	0.00	1	5.0	7	47
OFF34	13.8	4	2.2	6	0.16	7	724	1	5	1	298	5	0.00	1	1.0	2	27
OFF35	17.5	5	2.2	6	0.21	6	1112	2	9	2	356	6	0.00	1	2.3	3	31
OFF36	16.5	5	2.3	7	0.15	7	647	1	1	1	480	8	0.00	1	6.0	8	38
OYS1	26.0	8	1.8	4	0.36	2	2838	4	21	5	109	2	6.05	5	5.5	7	37
OYS2	19.0	6	2.1	6	0.21	6	1320	2	7	2	199	1	3.25	2	2.0	3	28
OYS3	26.8	8	2.3	7	0.18	7	2271	4	22	5	118	2	2.86	2	5.5	7	42
OYS4	32.0	10	2.7	9	0.12	8	2937	5	17	4	140	3	0.68	1	4.5	6	46
OYS5	29.3	9	2.8	9	0.11	8	1470	3	16	4	126	2	8.30	4	6.5	9	48
OYS6	24.0	7	2.2	6	0.19	6	2476	4	16	4	132	2	4.32	3	4.3	6	38
OYS7	29.0	9	2.7	9	0.13	8	1664	3	8	2	93	2	11.46	6	8.0	10	49
OYS8	26.3	8	2.6	8	0.12	8	1982	3	14	3	173	3	8.90	4	6.3	8	45
OYS9	24.0	7	2.6	9	0.12	8	1409	2	4	1	185	1	0.34	1	3.7	5	34
OYS10	24.8	8	2.0	5	0.27	4	2695	4	35	8	107	2	6.49	5	6.0	8	44
OYS11	23.5	7	2.3	7	0.18	7	2162	4	14	3	116	2	19.05	8	5.0	7	45
OYS12	28.5	9	2.9	10	0.08	9	998	2	20	4	99	2	9.13	4	6.8	9	49
OYS13	24.5	7	2.0	5	0.26	4	2959	5	26	6	114	2	5.64	3	4.0	5	37
OYS14	23.8	7	2.5	8	0.16	7	1778	3	9	2	122	2	8.84	4	5.8	8	41
OYS15	24.5	7	2.8	10	0.09	9	925	2	22	5	110	2	7.87	5	5.3	7	47
OYS16	23.8	7	2.4	8	0.16	7	1745	3	17	4	155	3	5.56	3	4.0	5	40
OYS17	28.5	9	2.7	9	0.10	8	1748	3	9	2	173	3	2.59	2	5.3	7	43
OYS18	21.5	7	1.7	4	0.41	1	2915	5	5	2	206	1	1.23	1	3.3	5	26
OYS19	29.3	9	2.3	7	0.24	5	2359	4	30	7	190	1	3.84	2	6.3	8	43
OYS20	34.8	10	2.9	10	0.12	8	2202	4	16	4	186	1	3.57	2	6.8	9	48
OYS21	25.5	8	2.4	8	0.18	7	1679	3	14	3	105	2	16.90	7	5.0	7	45
OYS22	28.8	9	2.6	9	0.14	7	1492	3	16	4	140	3	2.84	2	5.8	8	45
OYS23	27.8	8	2.2	6	0.22	5	3303	5	23	5	118	2	5.52	3	5.5	7	41
OYS24	16.3	5	2.4	8	0.12	8	721	1	3	1	128	2	4.35	3	1.8	3	31
OYS25	25.8	8	3.0	10	0.06	10	702	1	10	3	124	2	9.21	4	6.8	9	47
OYS26	23.8	7	2.5	8	0.15	7	1141	2	11	3	128	2	8.49	4	5.3	7	40
OYS27	25.3	8	2.6	8	0.13	8	1518	3	18	4	156	3	3.36	2	3.0	4	40
OYS28	23.3	7	2.2	7	0.22	6	1547	3	11	3	197	1	0.25	1	2.0	3	31
OYS29	27.5	8	2.4	8	0.17	7	2480	4	11	3	116	2	3.48	2	3.5	5	39
OYS30	20.5	6	2.6	9	0.11	8	794	2	20	4	124	2	5.85	3	2.8	4	38
OYS31	23.8	7	2.3	7	0.17	7	1847	3	14	3	135	2	1.83	1	4.0	5	35
OYS32	21.0	6	2.4	8	0.15	7	1126	2	19	4	146	3	7.80	5	3.3	5	40
OYS33	29.0	9	2.7	9	0.15	7	1295	2	16	4	115	2	4.93	3	8.0	10	46
OYS34	22.8	7	2.5	8	0.14	8	1404	2	18	4	113	2	11.40	6	5.0	7	44
OYS35	24.5	7	2.3	7	0.18	6	1960	3	14	3	157	3	0.65	1	3.3	5	35
OYS36	22.3	7	2.6	8	0.12	8	1134	2	19	4	102	2	17.66	7	5.0	7	45
OYS37	29.8	9	2.9	10	0.09	9	1562	3	31	7	97	2	8.96	4	8.0	10	54
OYS38	20.3	6	2.5	8	0.13	8	1097	2	12	3	140	3	3.27	2	1.3	2	34
OYS39	21.5	7	2.1	6	0.24	5	1832	3	10	3	122	2	2.84	2	5.0	7	35
OYS40	26.8	8	2.4	8	0.13	8	2915	5	11	3	139	3	1.97	1	4.8	6	42
OYS41	29.0	9	2.5	8	0.13	8	2743	4	17	4	138	3	1.07	1	5.8	8	45
OYS42	21.5	7	2.0	6	0.25	5	2868	5	3	1	167	3	0.00	1	1.8	3	31

Vervolg van Tabel 2.

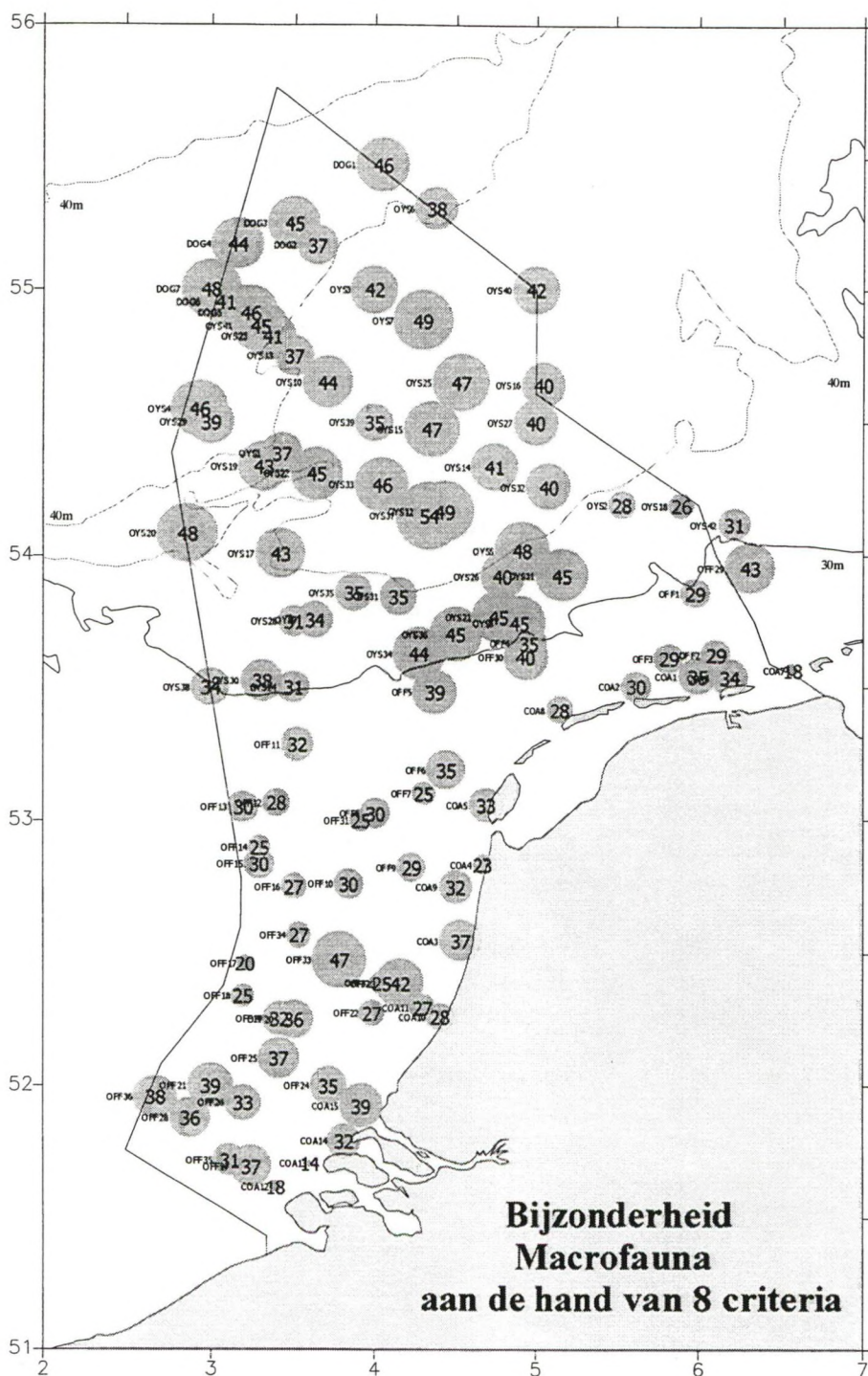


Fig. 1. Verspreidingskaartje van de bijzonderheids graad van de macrofauna (optelling van de puntentelling van de 8 criteria). De diameter van de grijze rondjes geeft de waarde proportioneel weer. Het getal in het midden van ieder rondje geeft de absolute waarde aan. Verder zijn ook de namen van de 100 BIOMON stations in het kaartje vermeld.



Fig. 2. Kaartje van het Nederlandse Continentale Plat (NCP) met daarin aangegeven de vijf gebieden die op grond van 8 criteria zijn aangewezen als gebieden met een bijzondere macrofauna.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	1
1. KARAKTERISTIEKE MACROBENTHOS LEVENSGEMEENSCHAPPEN VAN HET NCP	
1.1. Inleiding	3
1.2. Formulering criteria en selectie gebieden	4
1.2.1. Biodiversiteit	4
1.2.2. Biomassa macrobenthos	5
1.2.3. Dichtheden macrobenthos	5
1.2.4. Aanwezigheid zeldzame soorten	5
1.2.5. Abiotische karakteristieken (sediment types)	5
1.2.6. Ongestoordheid van een gebied (oorspronkelijkheid)	6
2. Methode	7
3. Resultaten	8
3.1. Algemeen	8
3.2. Beschrijving van de bijzondere gebieden	9
3.2.1. De Doggersbank	9
3.2.2. De Oestergronden	10
3.2.3. De Klaverbank	11
3.2.4. Het Friese Front	12
3.2.5. De Offshore Noordwijk raai	13
4. Conclusie	14
5. TRENDANALYSE VAN DE MACROFAUNA DIVERSITEITS GEGEVENS OVER DE JAREN 1991-1998 VAN DE OESTERGRONDEN EN HET FRIESE FRONT	
5.1. Inleiding	15
5.2. Methode	15
5.3. Resultaten	15
5.3.1. De Oestergronden	15
5.3.2. Het Friese Front	18
5.4. Conclusie	20
6. Dankwoord	20
7. Literatuur	21