

Graadmeters voor de Noordzee

Eindrapport van het project Graadmeterontwikkeling
Noordzee (GONZ III)

17 april 2000

Rapport RIKZ/2000.022

drs. S. H. Kabuta
ing. H. Duijts

Graadmeters voor de Noordzee

Eindrapport van het project Graadmeterontwikkeling Noordzee (GONZ III)

17 april 2000

Rapport RIKZ/2000.022

drs. S. H. Kabuta
ing. H. Duijts

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Summary	7
Samenvatting	8
1. Inleiding	9
1.1 Achtergrondinformatie	9
1.2 Werkwijze	11
1.3 Leeswijzer	11
2. Selectie van graadmeters	12
2.1 Van beleid naar graadmeters	12
2.2 Keuze graadmeters voor GONZ III	14
2.3 Van graadmeters naar beleid	16
2.4 Graadmeters in relatie tot het natuurbeleid.	18
3. Toepassing	21
3.1 De relatie tussen de graadmeters, de indicatoren en de basisgegevens.	21
4. De graadmeters en de toestand van de Noordzee	23
4.1 Gebruiksmethodiek van de graadmeters voor de ecologisch toestandbeschrijving van de Noordzee	24
4.2 Soortendiversiteit fytoplankton	24
4.3 Soortendiversiteit macrozoöbenthos	27
4.4 Populatie macrozoöbenthos	30
4.5 Populatie zoutwatervissen	32
4.6 Populatie kust- en zeevogels	34
4.6.1 Indicatorsoort Roodkeel-/Parelduiker (<i>Gavia stellata/arctica</i>)	34
4.6.2 Indicatorsoort Zwarte Zee-eend (<i>Melanitta nigra</i>)	35
4.6.3 Indicatorsoort Zilvermeeuw (<i>Larus argentatus</i>)	36
4.6.4 Indicatorsoort Drieteenmeeuw (<i>Rissa tridactyla</i>)	37
4.6.5 Indicatorsoort Grote Stern (<i>Sterna sandvicensis</i>)	38
4.6.6 Indicatorsoort Dwergstern (<i>Sterna albifrons</i>)	40
4.6.7 Indicatorsoort Zeekoet/Alk (<i>Uria aalge/Alca torda</i>)	41
4.7 Populatie zeezoogdieren	42
4.7.1 Indicatorsoort Bruinvis (<i>Phocoena phocoena</i>)	43
4.7.2 Indicatorsoort Gewone zeehond (<i>Phoca vitulina</i>)	44
4.8 Structuur fytoplankton	44
4.9 Structuur macrozoöbenthos	47
4.10 Structuur visgemeenschap.	48
4.11 Primaire produktie	50
4.12 Toppredatoren	52
4.13 Trofische structuur macrozoöbenthos	53
4.14 Graadmeter stapelvoedsel	55
4.15 Toestandbeschrijving	57
5. Graadmeters en de effecten van gebruik op de Noordzee	59
5.1 Inleiding	59
5.2 Gebruiksmethodiek voor de beoordeling van de effecten van de huidig en het toekomstige gebruik op het Noordzee-ecosysteem.	60

5.3 Visserij	62
5.4 Delfstofwinning	63
5.4.1 Olie- en gaswinning	63
5.4.2 Zand- en grindwinning	63
5.5 Gifstoffen	64
5.6 Eutrofiëring	65
6. De graadmeters en toekomstig gebruik	66
6.1 Inleiding	66
6.1.1 Het belang van beleid in het beoordelen van toekomstig gebruik op zee	66
6.1.2 De graadmeters en de beoordeling van de ingrepen en duur van het toekomstige gebruik op zee	67
6.2 Vliegveld in zee	67
6.2.1 Mogelijke effecten/veranderingen van het vliegveld in zee	68
6.3 Grootschalige zandwinning	69
7. Discussie	71
8. Conclusies	74
9. Aanbevelingen	77
10. Literatuur	79
Bijlage I: De graadmeters uit GONZ I en GONZ III	81

Voorwoord

Voor u ligt het rapport GONZ III: een instrument dat is bedoeld voor het beheer voor het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP). Het rapport is het eindproduct van het project GONZ III, dat in 1999 uitgevoerd is in opdracht van Directie Noordzee van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Het rapport is het uitvloeisel van voortdurende onderzoeken die zijn en worden verricht, workshops en afspraken tussen en met wetenschappers, beheerders en beleidsmakers voor de Noordzee. Daarbij zijn uit de 23 voorgestelde graadmeters in GONZ I (Duel et al., 1997) 13 haalbare graadmeters geselecteerd. Het rapport beschrijft de selectieprocedure, de ontwikkelingsmethodiek en de gebruiksaanwijzingen van de 13 graadmeters voor het beheer van het Noordzee-ecosysteem.

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) heeft het project uitgevoerd in samenwerking met instituten in Nederland op het gebied van wetenschappelijk en toegepast onderzoek naar de ecosysteemontwikkelingen van de Noordzee. De projectgroep is multidisciplinair en heeft medewerkers met kennis van verschillende aspecten van het mariene ecosysteem.

Voor de kwaliteitsbewaking van het product was door de opdrachtgever met begeleiding van de opdrachtnemer een wetenschappelijke klankbordgroep ingesteld. Deze groep, met vertegenwoordigers van verschillende instituten heeft in een workshop alle deelproducten van het project beoordeeld.

Verder heeft een interdepartementale Stuurgroep (GONZ-Ecosysteemdelen) de voortgang van het project GONZ-III bewaakt en heeft mede voor de afstemming met de werkwijze van het project Ecosysteemdelen van LNV gezorgd.

S.H.Kabuta (Productleider GONZ III)

De betrokken instituten en universiteiten:

- Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO)
- Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Centrum voor Schelpdier Onderzoek (RIVO-CSO)
- Waterloopkundig Laboratorium (WL)
- Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ)
- Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)
- ALTERRA-Green world research
- Informatie en Kennis Centrum Natuurbeheer (IKC-Natuur)
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)
- Rijksuniversiteit Groningen, Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Vakgroep Mariene Biologie (RUG)
- Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ)

De samenstelling van de Stuurgroep:

Henk Smit (IKC-N)
Carla Bisseling (IKC-N)
Arie Roos (VROM)
Jan Water (LNV-V)
Jurgen Keuning (V&W-HK)
Folkert Post (RWS-DNZ)
Henk Offringa (RWS-DNZ)
Luitzen Bijlsma (RIKZ)
Saa Kabuta (RIKZ)

De samenstelling van de Klankbordgroep:

Carla Bisseling (IKC-N)
Ries van der Hout (RWS-RIZA)
Norbert Dankers (ALTERRA)
Ben ten Brink (RIVM)
Wim Wolff (RuG)
Adriaan Rijnsdorp (RIVO)
Ies de Vries (RWS-RIKZ)

De samenstelling van het Projectteam (allen RIKZ, tenzij anders):

Saa H. Kabuta, Projectleider
Marcel van der Tol
Ronald Lanthers
Hans Groskamp
Peter Bot
Max Lathuhihin
Karen van Essen
Rik Duijts
Henk Baptist
Mariska Harte
Harry van Reeken

Met ondersteuning van:
Rien van Zetten, Hoofd van de Afdeling Advies- en Beleid Noordzee
Sandra Cramer
Janneke van der Linden
Karel Essink
Henk Offringa (DNZ), Projectleider en Opdrachtverlener

Summary

As a result of a few years (1996 -1999) of useful discussions between scientists, policy makers and the water management board over the development of ecological indicators for the efficient management of the Netherlands section of the North Sea, the first set of operational indicators have been finally developed. This report presents 13 ecological indicators that will be used for the purpose of managing the multifunctional and complex water system of the Dutch part of the North Sea..

The basic material for the development of these ecological indicators consist of basic biological data, including time-series on various elements that characterise the North Sea ecosystem. These elements include key species, ecological groups, and processes of energy consumption and production. Ecological groups consisting of benthos, fishes, marine mammals, coastal- and seabirds and fytoplankton form the main groups of organisms under focus.

These ecological indicators are simple to use and could be adapted for use in diverse decision making processes wherein basic and reliable information is needed. They could be used to evaluate the impacts of policy and management measures on the quality of the North Sea ecosystem. A further use of these ecological indicators include the estimation of possible impacts on the ecosystem as a result of planned future activities in the North Sea ecosystem.

The work presented in this report is not exhaustive, it however marks a major step towards the development of indicators for the management of the Dutch part of the North Sea.

Subsequent works in this project "Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ)" will include the development of additional indicators that could be useful in the further understanding of the ecosystem. The use of ecotope indicators will be studied to understand the changes in the ecological status of the North Sea.

Further attention will be paid to the understanding of the relationship between the existing policy framework for the North Sea and their impacts on the effects of the diverse uses of the North Sea.

Besides the existing water policy, the policies over nature, the fisheries and the environment will be closely examined.

Proper knowledge of these policy standpoints will be useful for the achievement of a more consistent strategy for the further development of the indicators.

Samenvatting

Als resultaat van een aantal jaren (1996-1999) met nuttige discussies tussen wetenschappers, beleidsmakers en bestuurders over het ontwikkelen van ecologische indicatoren voor een efficiënt beheer van het Nederlands deel van het continentale plat van de Noordzee (NCP), is de eerste set van werkende indicatoren uiteindelijk ontwikkeld. Dit rapport presenteert 13 ecologische indicatoren. Deze zullen worden gebruikt bij het beheer en beleid van het NCP, wat een multifunctioneel en complex watersysteem is.

Het basismateriaal voor de ontwikkeling van deze ecologische indicatoren bestaat uit biologische basisgegevens, inclusief tijdreeksen van verschillende karakteristieke onderdelen van het ecosysteem van de Noordzee. Deze onderdelen bevatten sleutelsoorten, ecologische groepen en processen in de vorm van energiestromen, consumptie en productie. De ecologische groepen, die benthos, vissen, zeezoogdieren, kust- en zeevogels en fytoplankton bevatten, vormen de voornaamste onderdelen die bekeken worden.

De beschreven ecologische indicatoren zijn eenvoudig te gebruiken en kunnen op een simpele manier worden aangepast aan diverse beslissingsprocedures, die basale en betrouwbare informatie nodig hebben. Zij kunnen worden gebruikt bij de evaluatie van de invloed van beheers- en beleidsbeslissingen op de kwaliteit van het Noordzee-ecosysteem. Verder kunnen deze ecologische indicatoren worden gebruikt bij het inschatten van de gevolgen van toekomstige gebruiksactiviteiten op het ecosysteem van de Noordzee.

Dit rapport vormt een belangrijke stap in de ontwikkeling van graadmeters voor het beheer van het Nederlands deel van de Noordzee. In het vervolg van dit project zullen aanvullende indicatoren worden uitgewerkt, die andere aspecten van de ecologische toestand van de Noordzee belichten (bijvoorbeeld ecotoopkarakteristieken). Ook zullen de beleidscontext en de effecten van gebruik met meer nadruk worden meegenomen. Naast waterbeleid betreft dit natuur- en visserijbeleid en milieu- en ruimtelijk beleid. Gestreefd wordt naar consistentie met en afstemming op graadmeterontwikkeling in deze andere beleidskaders.

1. Inleiding

1.1 Achtergrondinformatie

Graadmeters voor het Noordzee-ecosysteem worden gebruikt voor de waardering van de ecologische toestand en om de effecten van het huidige en toekomstige gebruik van de Noordzee in kaart te brengen. Gezien de nationale en internationale ontwikkelingen rondom het water- en natuurbeleid is er behoefte aan een meer gezamenlijk en effectiever overheidsbeleid van de ministeries van Verkeer en Waterstaat (V&W) en Landbouw, Natuurbeheer & Visserij (LNV).

De toename van het gebruik van de Noordzee mag niet ten koste gaan van het gezond functioneren van het ecosysteem en zeker niet leiden tot een verslechtering van de natuur op zee. Vanuit deze hoofddoelen van het beleid ontstaat de behoefte een simpel, betrouwbaar en reproduceerbaar beheersinstrument voor de Noordzee te ontwikkelen. Dit heeft geresulteerd in de start van het project Graadmeterontwikkeling Noordzee (GONZ) in 1996. Het project GONZ is door de Rijkswaterstaat van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat geïnitieerd en heeft als doel om een beheersinstrumentarium voor het Noordzee-ecosysteem te ontwikkelen.

In opdracht van de Rijkswaterstaat Directie Noordzee (RWS-DNZ) is door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) het GONZ- project gestart. Het RIKZ heeft het project uitgevoerd in samenwerking met verschillende andere instituten in Nederland, die wetenschappelijk en toegepast onderzoek uitvoeren naar de ecosystemontwikkeling van de Noordzee. GONZ is daarmee dan wel een Rijkswaterstaatproduct, maar het dient ook andere ministeries (LNV en VROM), die betrokken zijn bij de Noordzee.

In de eerste fase van het project (GONZ I - 1996 tot 1997) (Duel, 1997) is een basis gelegd voor het ontwikkelen van graadmeters. De structuur van het toetsingskader is vastgelegd. Criteria voor de selectie van graadmeters en de relaties met de beleidsthema's zijn aangegeven. Dit project is geëindigd met voorstellen voor mogelijke graadmeters, die voor de Noordzee gebruikt kunnen worden voor de toetsing van beleidsthema's van biodiversiteit en het ecologisch functioneren van het Noordzeesysteem.

In de tweede fase van het project (GONZ II) zijn in 1998 in opdracht van RIKZ een aantal graadmeters uitgewerkt. Eveneens is additionele informatie verzameld voor een brede afstemming van de GONZ systematiek. In deze fase zijn wetenschappelijke onderbouwing en uitwerkingsmethodieken voor een beperkt aantal indicatoren uitgevoerd.

In GONZ III is al deze informatie uitgewerkt tot een operationele set van toetsingsinstrumenten voor de Noordzee. De Directie Noordzee als opdrachtgever heeft RIKZ (opdrachtnemer) gevraagd om het toetsingskader van de graadmeters aan de volgende eisen te laten voldoen:

- a) de graadmeters dienen de toestand van de natuur op zee te beschrijven;
- b) de graadmeters dienen de effecten van het gebruik van de zee op het ecosysteem te tonen;
- c) de systematiek voor de graadmeters dient bij de systematiek van de Ecosystemdoelen (LNV) aan te sluiten;
- d) de graadmeters dienen gebruikt te kunnen worden bij de beoordeling van de Noordzee voor toekomstig gebruik.

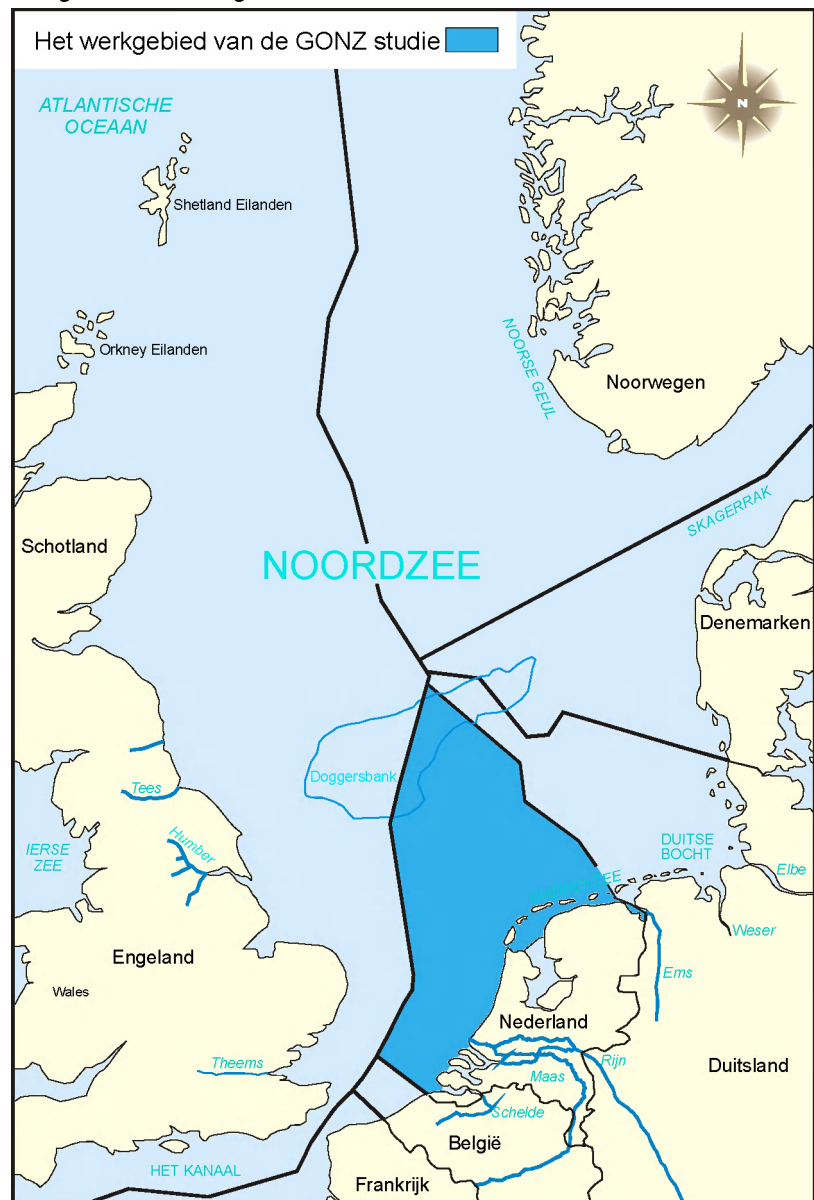
Het voorliggende rapport vormt het eindproduct van de derde fase (GONZ III) van GONZ en beschrijft zoveel mogelijk de processen van graadmetersselectie en -ontwikkeling. In deze beschrijvingen worden tevens de vier einddoelen van het project GONZ III behandeld. Het GONZ-project richt zich met name op het eco-

gisch functioneren van de Noordzee. Dit rapport bevat een toepassing van wetenschappelijk onderbouwde concepten aan de wensen van de beheerder van de Noordzee. Statistische analyses, gevoeligheden en literatuurverwijzingen zijn tot een minimum beperkt of afwezig. Hiervoor wordt verwezen naar de onderliggende rapporten over de verschillende graadmeters.

Geografische afbakening van het studiegebied

De Noordzee is een ondiepe randzee van de Atlantische Oceaan en wordt begrensd door de kusten van Groot-Brittannië, Noorwegen, Zweden, Denemarken, Duitsland, België en Nederland. In het totaal heeft de Noordzee een oppervlakte van 575000 km², wat ruim 14 maal zo groot is als Nederland. De zuidelijke Noordzee ten zuiden van de Doggersbank is gemiddeld slechts 40 meter diep. De noordelijke Noordzee is veel dieper: 100 à 200 meter en plaatselijk ten zuiden van Noorwegen zelfs tot 700 meter. Voor wat betreft de geografische afbakening hebben de graadmeters betrekking op het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP). De estuaria (Waddenzee, Eems-Dollard, Oosterschelde en Westerschelde) vallen buiten het bestek van dit project. De Voordelta valt hier wel binnen (zie figuur 1.1).

Figuur 1.1: het werkgebied van de GONZ-studie (Bron: Noordzee-atlas, 1992)



1.2 Werkwijze

Aanvankelijk heeft in GONZ III literatuurverzameling over de ontwikkelingswijzen van graadmeters en indicatoren plaatsgevonden. De indicatoren bevatten de gevoelige soorten of parameters die de effecten van veranderingen in het ecosysteem belichten. Daarna zijn de gebruiksmogelijkheden van de graadmeters in het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) onderzocht. Uitgebreide gesprekken hebben plaatsgevonden met de bij het GONZ I project inhoudelijk betrokkenen, zowel binnen de Rijkswaterstaat (RWS-RIKZ), als bij het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV). Hiermee gelijk oplopend zijn een aantal opdrachten uitgezet bij verschillende onderzoekers van het NIOZ, RIVO en RIKZ, waarbij de praktische uitwerking van de geselecteerde graadmeters plaatsvond. Aansluitend is een workshop georganiseerd met een hiervoor speciaal ingestelde klankbordgroep, waarbij de deelproducten voor het project beoordeeld zijn door inhoudelijk deskundigen en beleidsmakers van verschillende instanties, met name LNV, RIVO, ALTERRA, RUG, RIVM en RIKZ. Het resultaat van deze beoordeling heeft tot dit eindrapport geleid. De uiteindelijke voortgang van het project is begeleid door een stuurgroep, waarin alle bij het project betrokken instanties (DNZ, RIKZ, HK, LNV en VROM) vertegenwoordigd zijn.

Per graadmeter is de gevoeligheid en ecologische- en beleidsrelevantie van de graadmeters beschreven. Vervolgens zijn de indicatorsoort, de methodieken voor het verzamelen en verwerking van de gegevens beschreven. Daaronder is het ruimtelijk gebruik van de graadmeters tot uitdrukking gebracht. Aansluitend zijn bij elke graadmeter aan de hand van tijdreeksen de ontwikkelingen, de trends in de afgelopen jaren en de huidige toestand rondom de graadmeter beschreven. Verder is een raamwerk gemaakt, om de gebruiksmogelijkheden van de graadmeters voor het beoordelen van de effecten van huidig en toekomstige gebruik op de Noordzee te beschrijven.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de geschiedenis van de graadmeterontwikkeling. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de interactie tussen beleid en graadmeters.

Vervolgens wordt de uitwerking van de selectie voor de haalbare graadmeters (2.2) beschreven. In 2.3 is de stap van graadmeter naar beleid en in 2.4 is de graadmeter in relatie tot het natuurbeleid beschreven.

In hoofdstuk 3 staan de bouwstenen voor de graadmeters beschreven. De ecologische toestand van de Noordzee aan de hand van de graadmeters wordt in hoofdstuk 4 beschreven.

In hoofdstuk 5 worden de effecten van het gebruik op de Noordzee aan de hand van de graadmeters beschreven, gevolgd in hoofdstuk 6 door het raamwerk voor het gebruik van de graadmeters voor het beoordelen van het toekomstige gebruik op de Noordzee.

In hoofdstuk 7 is de discussie van de graadmeterssystematiek weergegeven. In hoofdstuk 8 worden de conclusies getrokken met aanbevelingen die van belang kunnen zijn voor de verdere uitwerking en het gebruik van de graadmeters.

2. Selectie van graadmeters

In dit hoofdstuk wordt de selectiecriteria voor de in GONZ III ontwikkelde graadmeters weergegeven. De ontwikkelingen in het water- en natuurbeleid die tot de graadmeters hebben geleid, worden tevoren in hoofdstuk 2.1 bediscussieerd. Daarna is in hoofdstuk 2.3 de discussie over het gebruik van de graadmeters voor beleidsdoelstellingen besproken. Hoofdstuk 2.4 geeft de huidige stand van zaken weer rondom het behalen van natuurdoelstellingen voor de Noordzee. Er wordt uitgegaan van de doelstellingen voor het door het Ministerie LNV-N opgestelde project Ecosysteendoelen.

In de hieropvolgende alinea is de betekenis van graadmeters weergegeven.

- Graadmeters zijn gestandaardiseerde beschrijvingen van biotische en abiotische systeemkenmerken, die gebruikt kunnen worden om inzicht te krijgen in de toestand van het (water-)systeem (ecologie en landschap; "wat zit er" en "hoe ziet het eruit"), maar ook van de relaties ("wat zijn de gevolgen van meer of minder van A op B").
- Een graadmeter kan bestaan uit een of meer parameters (indicatorsoorten, of soortgroepen en/of elementen), welke representatief zijn voor een kenmerk van het systeem. De keuze van de graadmeter hangt af van het gewenste doel (kenmerk) en de beschikbaarheid van gegevens.
- De graadmeter zelf is meestal niet meer dan één of meerdere getallen en/of grafieken (thermometer), al of niet samengevoegd tot een index. De achterliggende informatie betreft: motivatie keuze graadmeter, methodiek, trends, wat zegt het over het systeem (autonome ontwikkeling), wat zegt het over het gebruik, wat zegt het over het beleid.

2.1 Van beleid naar graadmeters

Bij het presenteren van de Derde nota waterhuishouding (NW3) in 1989 zijn biologische graadmeters voor het eerst opgevoerd als belangrijk onderdeel in het beleid. Dit gebeurde in de vorm van de zogenaamde AMOEBE. In een AMOEBE (**A**lgemene **M**ethode voor **O**ecologische **B**eschrijving) wordt een beperkt aantal soorten vergeleken met een referentiesituatie, welke wordt geacht duurzaam te zijn. De AMOEBE resulteert in een grafische representatie, waarin in de vorm van een radar diagram de afwijking van de beschouwde organismen ten opzichte van de referentie wordt gegeven. De opgevoerde organismen in de AMOEBE worden beschouwd als een goede indicator voor bepaalde delen van het ecosysteem.

Aangezien de ingreep-effect relaties op het niveau van soorten tot op zekere hoogte kwantificeerbaar zijn, is het mogelijk veranderingen in de populatie-omvang te sturen in de richting van de referentiesituatie door middel van maatregelen. Al vanaf het presenteren van de AMOEBE in 1989 is er veel kritiek geweest op deze benadering. De onzekerheden rondom de AMOEBE-benadering gaan, volgens een evaluatie gedaan door De Bruin et al. (1992), over twee hoofdcategorieën:

- onzekerheden in verband met informatiegebrek,
- onzekerheden in verband met afhankelijkheden.

Voor onzekerheden in verband met informatiegebrek is een onderscheid te maken tussen het ontbreken/gebrekig zijn van:

- gegevens,
- theorieën en modellen,
- systeemeigen onzekerheden.

De onzekerheden in verband met afhankelijkheden gaan om het ontbreken van de sturingsmogelijkheden in het beleidsproces ten opzichte van de actoren waarvan men afhankelijk is. Binnen het beleidsvormingsproces zijn er opeenvolgende fasen te onderscheiden (voorbereiding, de vaststelling en de uitvoering van het beleid). Per fase kunnen belangrijke afhankelijkheden worden aangegeven. Daarbij ontbreken bij de besluitvorming betrokken actoren en de beoogde uitvoerders bij de andere overheden/doelgroepen van het beleid. De grafische presentatie via het radardiagram bleek echter bijzonder goed aan te slaan. Het paart eenvoud aan een snel inzicht in de gepresenteerde situatie.

Door de vele kritiek is de AMOEBE momenteel wat naar de achtergrond gedrukt. De behoefte aan graadmeters is echter niet afgenomen. Bij zowel de beleidsmakers als de beheerders van de Noordzee bestaat nog steeds de behoefte om de toestand van het ecosysteem eenvoudig en overzichtelijk te presenteren. Daarnaast moeten de gevolgen en effecten van het beleid snel inzichtelijk gemaakt kunnen worden, zodat er in de discussie rond het Noordzeebeleid, ook op politiek niveau, een ondersteunend instrument aanwezig moet zijn. Graadmeters, in één of andere vorm, blijven daarom belangrijk.

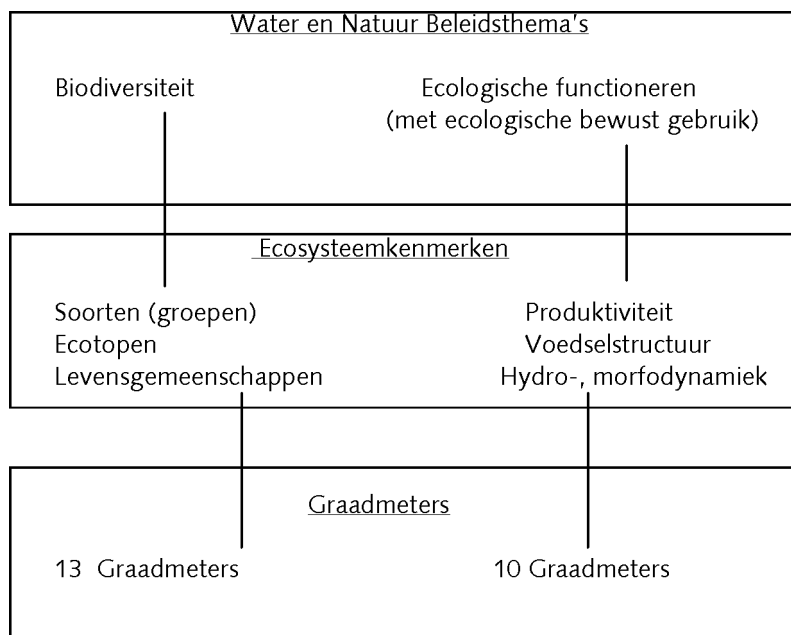
Zowel het ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) als het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (LNV) hebben een beleid geformuleerd dat het gehele ecosysteem omvat. In de NW3 wordt dit aangeduid met integraal waterbeheer. Het ministerie van V&W heeft daarmee een samenhang tussen het gebruik van verschillende functies in een watersysteem als beleidslijn, met als doel het duurzaam gebruik van dit watersysteem. Het ministerie van LNV gaat niet zozeer uit van het gebruik van het watersysteem, maar van het duurzaam instandhouden, herstel en ontwikkelen van natuurlijke en landschappelijke waarden. Er is door dit verschillen in benadering ook een verschil in aanpak. V&W gaat van oudsher uit van onderdelen van een watersysteem, welke vervolgens als een geheel worden bekeken (de autecologische benadering, resulterend in een watersysteembenadering). De aanpak van LNV gaat juist uit van het geheel, waarna vervolgens naar onderdelen gekeken wordt (de landschapsecologische benadering). Deze aanpak is terug te vinden in het formuleren van de gebruikte graadmeters tot nu toe. Waar V&W gebruik maakt van losse onderdelen, die als een geheel worden gepresenteerd in de AMOEBE, gaat LNV uit van de ecosysteemdelen, die grootschalige landschappelijke processen omvatten.

GONZ probeert beide benaderingen bij elkaar te brengen. Geprobeerd wordt een set graadmeters te formuleren, die een integrale toetsing van het water- en natuurbeleid van de Noordzee mogelijk maken. Om dit doel te bereiken kan worden uitgegaan van aan de ene kant de beleidsvragen vanuit V&W en LNV en aan de andere kant de wetenschappelijke kennis die voorhanden is over het water(ecosysteem) Noordzee. De kansen voor de integratie van de twee toetsingskaders waren in het GONZ-I project duidelijk en haalbaar. Kenmerk van beide toetsingskaders is dat het ecosysteem wordt beschreven. Alleen de aspecten die beschreven worden zijn verschillend. Om deze integratie uit te voeren, zijn twee stappen genomen:

- (a) Er was ten eerste voor de biodiversiteit een verbreding; naast soorten werden andere structuurkenmerken opgenomen (habitat, ecotopen, soorten, levensgemeenschappen) en natuurlijke processen (hydro- en morfodynamische processen, energiestromen, stofkringloop) in het integrale toetsingskader.
- (b) De tweede stap is een zwaardere accent op het functioneren van het ecosysteem door het hanteren van een andere keuze van graadmeters en indicatoren voor het integrale toetsingskader.

Hiermee dacht men een oplossing te bieden voor de kritieken en knelpunten van de bestaande toetsingskaders.

Figuur 2.1. Relatie tussen de beleidsthema's en de Graadmeters, afgeleid uit Duel et al. (1997) [4].



In de GONZ I studie zijn een 23-tal graadmeters besproken, gegroepeerd in zes ecosysteemkenmerken en volgens twee beleidsthema's. In het vervolgtraject GONZ II heeft het RIKZ in 1998 uitbestedingen gedaan om zowel een aantal graadmeters nader uit te werken als om additionele informatie te krijgen voor een brede afstemming van de GONZ-systematiek.

Aan de hand van de ecosysteemkenmerken kan een verantwoorde relatie tussen de graadmeters en de beleidsthema's van water- en natuurbeleid gemaakt worden (zie Duel et al., 1997). In deze benadering zijn aan de ene kant de ecosysteemkenmerken van soorten, soortgroepen, levensgemeenschappen en ecotopen gekoppeld aan de beleidsthema van biodiversiteit, terwijl aan de andere kant de ecosysteemkenmerken van productiviteit, voedselwebstructuur en hydro- en morfodynamiek gekoppeld zijn aan de beleidsthema van ecologische functioneren (figuur 2.1). In de eerste fase van het GONZ III project is aan de hand van een aantal overwegingen een keus gemaakt van in dit project uit te werken graadmeters. Uiteindelijk worden er in dit rapport 13 besproken. Bijlage 1 geeft een overzicht van de oorspronkelijke 23 graadmeters en de verantwoording waarom uiteindelijk met deze 13 graadmeters is verder gewerkt.

2.2 Keuze graadmeters voor GONZ III

Vanwege de vele onderzoeken, besprekingen en afspraken die in de voorgaande fasen (GONZ I en GONZ II) van het project hebben plaatsgevonden, is het onvermijdelijk dat voor GONZ III een verkennende studie over de toestand van de graadmeters en de aanwezige producten uitgevoerd moest worden. Deze fase vormde de eerste van de vier fasen in het GONZ III-project.

Het doel van de studie in fase A was te komen tot de selectie van haalbare graadmeters voor GONZ III, die met de beschikbare middelen (capaciteit, tijd) ontwikkeld konden worden. De in GONZ I voorgestelde graadmeters werden getoetst aan een set van selectiecriteria, die op basis van de randvoorwaarden voor GONZ III en de basisvoorwaarden voor het ontwikkelingsproces (wetenschappelijke onderbou-

wing, databeschikbaarheid, methodieken, etc.) opgesteld werden. Op grond hiervan werd bekeken of de uitvoering van de graadmeters uitvoerbaar werd geacht in 1999. De keuze van de graadmeters is afgestemd met het IKC-N (voor het project Ecosysteendoelen). Er zijn uiteindelijk 13 graadmeters uitgewerkt.

De voorgestelde 23 graadmeters uit het GONZ I project zijn in bijlage 1 opgenomen.

Om verantwoorde en betrouwbare selectiecriteria voor de keus van graadmeters voor het GONZ III project te krijgen, zijn bepaalde randvoorwaarden maatgevend geweest. Deze randvoorwaarden komen voort uit de volgende drie sporen:

- a) De beleidsmatige randvoorwaarden
- b) De wetenschappelijke randvoorwaarden
- c) De administratieve randvoorwaarden voor het project.

De beleidsmatige randvoorwaarden

De te ontwikkelen graadmeters dienen een beheersinstrument te zijn voor de Noordzee. Tevens moeten de ontwikkelde graadmeters relevante relaties met het water- en natuurbeleid voor de Noordzee hebben. In dit kader zijn de doelstellingen voor de graadmeters geformuleerd. De te ontwikkelen graadmeters moeten in staat zijn om de huidige en toekomstige toestand van de natuur en de effecten van het gebruik in de Noordzee te beschrijven. Bovendien is het de bedoeling dat de graadmeters zo dicht mogelijk bij de systematiek van de Ecosysteendoeltypen Noordzee moeten komen. Vanwege deze afstemming is het van belang om de betreffende graadmeters vanuit GONZ I te selecteren.

De wetenschappelijke randvoorwaarden

Er is een brede wetenschappelijk inzet nodig om de indicatorsets te ontwikkelen. De gekozen methodiek per indicator moet door de ontwikkelaars en derden reproduceerbaar zijn. Reproduceerbaarheid van de methodiek wordt hier beschouwd als een eventueel toetsingskader voor de graadmeters. Het is dus van belang dat de geselecteerde indicator(en) en methodiek goed aansluiten bij de parameters in internationale kaders.

De administratieve randvoorwaarden

Het ontwikkelen van betrouwbare ecologische graadmeters kost veel tijd en menskracht. De inzet van mensen van diverse wetenschappelijke achtergronden is een noodzaak. Aan elke keuze van indicator(en) voor een graadmeter zijn onvermijdelijk kosten (geld en tijd) verbonden. Het project heeft een tijdsduur van een jaar en men verwacht voor het eind van 1999 een gereed zijnd instrument als produkt beschikbaar te kunnen hebben.

Vanwege de hier genoemde randvoorwaarden voor het project GONZ III is het niet mogelijk om elke geïnventariseerde graadmeter te ontwikkelen. Er is daarom de beslissing genomen om onderscheid te maken tussen de haalbare graadmeters en niet haalbare graadmeters. Dit onderscheid wordt aan de hand van de onderstaande selectiecriteria uitgewerkt. Daartoe is een selectietabel gemaakt waarin de graadmeters zijn gepresenteerd met de knelpunten die de haalbaarheid van de graadmeters belemmeren.

Voordat de selectiecriteria opgesteld worden, is een korte toelichting gegeven over de termen haalbaar en niet haalbaar.

De **haalbare graadmeters** zijn graadmeters die voldoen aan de selectiecriteria. De **niet haalbare graadmeters** zijn die graadmeters welke niet ontwikkeld kunnen worden. In deze categorie zijn zowel de niet ecologisch relevante graadmeters, als de onmogelijk in de gegeven tijd te ontwikkelen graadmeters ondergebracht.

Selectiecriteria

Vanuit de bovengenoemde voorwaarden zijn de productgerichte voorwaarden afgeleid. Deze voorwaarden vormen de basis voor de selectiecriteria van de graadmeters.

Voor de ontwikkeling van de graadmeters zijn de volgende selectiecriteria gehanteerd:

- De graadmeters moeten een relevante relatie met het water- en natuurbeleid voor de Noordzee hebben.
- De graadmeters moeten beleidsvraagstukken beantwoorden. Daardoor moeten ze in staat zijn om meer over de politiek en andere maatschappelijke belangen van de Noordzee te zeggen.
- De graadmeters moeten simpel en duidelijk zijn om de ecologische toestand van de Noordzee te beschrijven.
- Een deel of de gehele set van de graadmeters moet een compleet ecologisch beeld van de Noordzee geven.
- De graadmeters moeten aan de hand van een of meerdere indicatoren de toestand van het Noordzee-ecosysteem beschrijven.

Voor het ontwikkelen van de indicatoren zijn de volgende selectiecriteria gebruikt:

- Meetbaarheid: de toestand van de indicator moet kunnen worden bepaald aan de hand van veldgegevens en/of modelgegevens.
- Eenduidigheid: de richting waarin een indicator verandert, moet eenduidig zijn voor de richting waarin het ecosysteem verandert.
- Gevoeligheid: de indicatoren moeten ook geleidelijke veranderingen in het ecosysteem kunnen waarnemen; natuurlijke fluctuaties moeten kunnen worden onderscheiden van trends en indicatoren moeten geen brede tolerantie hebben voor veranderingen in milieufactoren of ecologische processen.
- Informatie over indicatoren in de vorm van historische gegevens en tijdreeksen is een pluspunt.
- Relaties met bestaande toetsingskaders is eveneens een pluspunt.

Sommige van de bovengenoemde selectiecriteria zijn reeds in GONZ I gebruikt. Vanuit deze criteria zijn indertijd de GONZ I graadmeters gekozen. Omdat dit project er vanuit gaat dat de voorgestelde graadmeters vanuit GONZ I ook gebruikt moeten worden om de set graadmeters voor GONZ III te ontwikkelen, hebben de toen gebruikte selectiecriteria in dit project minder aandacht gekregen. Deze criteria zijn wel op de achtergrond gebruikt om de selectie procedure van de graadmeters te verbeteren.

Uiteindelijk zijn er een 13-tal graadmeters geselecteerd, die in dit rapport verder worden uitgewerkt.

2.3 Van graadmeters naar beleid

Graadmeters voor de Noordzee zijn een hulpmiddel voor zowel de beheerders als de beleidsmakers rond het gebruik van de Noordzee om de toestand van het ecosysteem te blijven volgen. Het zijn dus graadmeters voor het ecosysteem en geen graadmeters voor het gebruik. Het is daarbij van belang een aantal dingen in gedachten te houden.

Om te beginnen het voor Nederlandse begrippen unieke karakter van de Noordzee. Het oppervlak van het Nederlandse deel van het continentale plat (NCP) is groter dan het landdeel van Nederland, dit inclusief de zoete wateren, de Delta en het Waddengebied. Daarbij is het NCP zelf minder dan 10% van het totale opper-

vlak van de Noordzee. De Noordzee is vervolgens weer een randzee van de Atlantische Oceaan en wordt door deze oceaan in hoge mate beïnvloed. Het ecosysteem van het NCP wordt daarmee voor een belangrijk deel gestuurd door de autonome ontwikkeling van het totale systeem Noordzee. Zaken als stromingspatronen, transporten van sediment, temperatuur en stratificatie zijn parameters, die niet door beheersmaatregelen gestuurd kunnen worden.

Niet alle menselijke gebruiksfuncties hebben een even grote invloed op de Noordzee. De belangrijkste is ongetwijfeld de visserij. Deze heeft niet alleen invloed op het bestand van een groot aantal commercieel belangrijke vissoorten, maar ook op het bodemleven en het voorkomen van vogels en zeezoogdieren (NSTF, 1993 en Schobben & Haenen, 1999). Het omwoelen en verstoren van de bodem is ook een gevolg van zandwinning en baggerstort. Deze activiteiten gaan een steeds grotere rol spelen in de toekomst. Verder is de eutrofiëring van belang, alhoewel het effect hiervan hoofdzakelijk beperkt blijft tot de kuststrook. Nog kleinschaliger is het effect van toxicanten. Een voorbeeld hiervan is de verontreiniging van de zeebodem rond boorplatforms, welke invloed heeft op *Echinocardium* sp. In het algemeen is bij toxicanten alleen een calamiteit van belang voor een groter deel van de Noordzee en een sterke chronische vergiftiging van een beperkte groep organismen. Dergelijke verschijnselen doen zich met een zekere regelmaat voor en zijn in het algemeen duidelijk te herkennen. Chronische vergiftiging over een groter deel van de Noordzee en over een langere tijd kunnen een rol spelen, maar zijn lastiger te achterhalen. Voorbeelden zijn PCB-verontreinigingen met een gevolg voor de voortplanting van zeehonden of het effect van TBT op sommige weekdieren.

Het doel van GONZ is het ontwikkelen van een toetsingskader op basis van graadmeters voor het volgen en beoordelen van de ecologische kwaliteit en het ecologisch verantwoord gebruik van de Noordzee. Hiermee is het ecosysteem van de Noordzee centraal gesteld. De graadmeters zijn dan ook gericht op het ecosysteem en niet op de gebruiksfuncties van de Noordzee, welke per definitie antropocentrisch bepaald zijn. Het ecosysteem wordt gekenmerkt door structuren en processen op verschillende niveaus. Om deze te kunnen volgen zijn keuzes gemaakt uit deze structuren en processen, die zowel op soortsniveau kunnen liggen, als op processen en hogere geïntegreerde niveaus. Te denken valt bij dit laatste aan indices, waarbij informatie van verschillende variabelen tot één getal worden omgerekend.

Voor het beleid rond de Noordzee houdt deze aanpak in, dat een directe relatie tussen een genomen maatregel en het effect daarvan op het ecosysteem niet altijd duidelijk zal zijn. In het algemeen zal een maatregel wel een meetbare invloed hebben op het ecosysteem, te denken valt aan quoterijng van de visserij, maar het omgekeerde is niet het geval. Dit betekent dat een verandering in de graadmeters niet altijd, of zelfs meestal niet, een directe relatie heeft met een beleidsmaatregel. Met andere woorden: er is geen wederkerigheid in de ingreep-effect relatie. Een ingreep heeft wel een aanwijsbaar effect, maar een waargenomen verandering hoeft geen eenduidig aanwijsbare ingreep als oorzaak te hebben. Het belang van de graadmeter ligt hoofdzakelijk in het wel of niet aanwezig zijn van een trend. Veranderingen over een langere tijd zijn een indicatie dat er iets aan de hand is met het systeem. Er zal dan door middel van een apart effectstudie uitgezocht moeten worden wat de verandering veroorzaakt. De resultaten hiervan kunnen gebruikt worden om de monitoringsresultaten te verklaren.

Een voorbeeld is de verandering in soortensamenstelling van algen*/ Is deze het gevolg van een vermindering van de eutrofiëring, een beleidsmaatregel, of is er een andere, systeemautonome, oorzaak? Deze onzekerheid wordt voor een groot deel veroorzaakt door de hiervoor genoemde autonome ontwikkeling van het Noordzeesysteem en de gekozen methode het ecosysteem centraal te stellen.

In de beschrijving van de gekozen graadmeters zal geprobeerd worden eventuele menselijke beïnvloeding te noemen, maar voortdurend zal het ontbreken van wederkerigheid in gedachte gehouden moeten worden.

2.4 Graadmeters in relatie tot het natuurbeleid.

Aangezien het ministerie van LNV een belangrijke vrager is voor de GONZ-studie, wordt hier in het kort ingegaan op het natuurbeleid zoals dat door LNV wordt gevoerd en de relatie met de GONZ-studie.

De hoofddoelstelling van het natuurbeleid, zoals dat is geformuleerd door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, luidt:

"Duurzame instandhouding, herstel en ontwikkeling van natuurlijke en landschappelijke waarden."

De uitwerking van deze doelstelling wordt verwoord in: behoud van biodiversiteit op een zo natuurlijk mogelijke wijze. Om deze doelstelling te verwezenlijken is de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in het leven geroepen. De EHS is een samenhangend netwerk van belangrijke duurzaam te behouden natuurgebieden, bestaande uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbinding zones. De Noordzee valt in zijn geheel onder de EHS en is aangemerkt als een apart natuurdoeltype. Als beheerstrategie voor dit natuurdoeltype wordt de Noordzee ingedeeld bij multifunctioneel (dus niet alleen natuur), wat hoofdzakelijk komt door de hoge visserijdruk die op het systeem wordt uitgeoefend. In principe heeft het de potentie om te gaan behoren tot de strategie 'nagenoeg natuurlijk', waarbij menselijke invloed vrijwel afwezig is. De kwaliteit van het natuurdoeltype wordt uitgedrukt in het voorkomen van bepaalde doelsoorten. Voor de selectie van de doelsoorten zijn de zgn. ITZ-criteria gehanteerd:

- het i-criterium: internationaal gezien heeft Nederland een relatief grote betekenis voor het behoud van de soort,
- het t-criterium: de soort vertoont in Nederland een dalende trend,
- het z-criterium: de soort is in Nederland zeldzaam.

De soorten die aan twee of meer criteria voldoen zijn als doelsoorten aangemerkt.

Een nadere invulling wordt gegeven via de ecosysteendoelen. Hierin worden in algemene termen doelen beschreven, die voor de Noordzee gelden. Deze doelen zijn gebaseerd op meer grootschalige processen en voorkomens van organismen. De hoofddoelstelling is als volgt geformuleerd:

'Een zo natuurlijk mogelijk functionerend ecosysteem, gekenmerkt door de voor de Noordzee en haar kustzone karakteristieke biodiversiteit en landschappelijke identiteit. Gebruik van zee en kust dient in balans te worden gebracht met het ecologisch functioneren.'

Er zijn van hieruit 12 ecosysteendoelen geformuleerd, verdeeld in drie categorieën.

Samenhang en dynamiek

- de natuurlijke dynamische processen handhaven als essentiële randvoorwaarde voor de natuurlijkheid van de zee en kustzone (bv. de grootschalige zand- en slibtransporten naar de Waddenzee en aanvoer van zand en zout naar de droge kustzone);
- in stand houden en zo nodig herstel van aanwezige voedselketens en de bijbehorende natuurlijke productiviteit van de zee;
- vergroten van het estuariene karakter (natuurlijke overgang van zout-brak-zoet, getij en intergetijdegebieden) van de kustzone, onder meer in het Deltagebied;

Biodiversiteit

- behoud en zo nodig herstel van karakteristieke levensgemeenschappen en bijbehorende leefgebieden van zee, kustzone en Deltagebied;
- hooguit incidenteel voorkomen van algenbloei en behoud en zonodig herstel van een natuurlijke diversiteit van soorten in het plankton;
- diversiteit van de bodemfauna behouden en zo nodig herstellen, inclusief populaties van langlevende en langzaam voortplantende soorten;
- diversiteit van de visfauna bevorderen door behouden en zo nodig herstellen van:
 - paai- en kraamgebieden;
 - een evenwichtige populatieopbouw;
 - een natuurlijke omvang van visbestanden;
 - populaties van langlevende soorten met lage voortplantingssnelheid zoals haaien en roggen;
- in stand houden en zo nodig herstellen van de leefomstandigheden voor populaties van ruiende, overwinterende, trekkende en broedende zee- en kustvogels, zoals de voedselvoorraad, ruimte en broedgelegenheid;
- in stand houden en zo nodig herstellen van de leefomstandigheden voor populaties zeezoogdieren, zoals de gewone zeehond, grijze zeehond, bruinvis en wit-snuitdolfijn.

Belevingswaarde

- handhaven van de mogelijkheden voor het ervaren van de dynamiek van de natuurkrachten wind, water, zand en zout op de overgang van open water naar droge kustzone;
- handhaven van de openheid, weidsheid, stilte en duisternis; dit geldt voor de gehele kustlijn in noord-zuid-richting en loodrecht op het strand tot aan de zichtlijn ('schone' horizon).
- handhaven en waar mogelijk bevorderen van de mogelijkheden om de aanwezigheid van bv. vogels, vissen en zeezoogdieren te ervaren.

Zowel in het water- als in het natuurbeleid worden drie gemeenschappelijke thema's onderscheiden:

- behoud van biodiversiteit;
- gezond ecologisch functioneren;
- ecologisch verantwoord gebruik.

Alle drie de thema's stellen het ecosysteem centraal. Daarbij wordt er geen expliciete omschrijving gegeven van het verwachte ecosysteem. Er worden algemene termen gehanteerd, zoals gezonde natuurlijke ecosystemen, waarin natuurlijke processen omstandigheden creëren voor soorten en levensgemeenschappen die zich daarbij duurzaam kunnen handhaven. Invulling van de thema's vindt wel plaats aan de hand van meer expliciet gemaakte variabelen, zoals het voorkomen van soorten en ecotopen.

Zoals hiervoor al is uitgelegd kent de Noordzee een grote mate van autonome ontwikkeling. Als natuurlijk staat voor het vermogen van een ecosysteem om zichzelf zonder ingrijpen van de mens op een duurzame manier te continueren en te ordenen, dan valt dit te vertalen in: natuurlijkheid is autonome ontwikkeling. Dit betekent dat de Noordzee voor een belangrijk deel al nagenoeg natuurlijk is. Menselijke activiteiten zijn daarbij wel een continue bron van verstoring. Visserij stuurt de samenstelling van de visgemeenschap voortdurend naar kleinere vissen die op een jongere leeftijd geslachtsrijp zijn. Maar nog steeds is de stock voor een belangrijk deel afhankelijk van een jaar met een sterk recruitment, een proces dat op een natuurlijke manier tot stand komt.

Concreet betekent dit, dat bij de ontwikkelde graadmeters telkens vragen gesteld kunnen worden over de causaliteit van de graadmeter ten opzichte van het systeem en ten opzichte van de menselijke beïnvloeding. Het antwoord zal lang niet altijd gegeven kunnen worden. Vragen als: wat is het belang van de soortendiversiteit in een ecosysteem? Vanuit de filosofie rond biodiversiteit richt het beleid zich op een vergroting van deze diversiteit en daarmee impliciet op een hogere soortendiversiteit. Maar wat zegt een diversiteitsindex eigenlijk en wat kan het beleid ermee? Voor een ecosysteem zelf is biodiversiteit slechts een afgeleide, de resultante van een groot aantal processen die als randvoorwaarden gelden bij de ontwikkeling van de in het systeem aanwezige populaties. Aangezien we die randvoorwaarden in het algemeen niet kennen, en als we ze wel kennen ze meestal niet kunnen beïnvloeden, zijn we alleen in staat de diversiteit te volgen en te proberen voor de veranderingen verklaringen te vinden. Deze problemen zullen bij de meeste graadmeters optreden, niet in de laatste plaats doordat de meeste graadmeters op een hoger integratieniveau worden gekozen. Om toch tot een set graadmeters te komen zullen dan ook praktische beslissingen moeten worden genomen, waarbij eventueel in een later stadium invulling gegeven zal worden aan de causaliteit. Vanuit deze optiek zal in de volgende hoofdstukken de keus van de graadmeters en de daarna gegeven beschrijving van deze graadmeters gelezen moeten worden. De keuze van graadmeters heeft hiermee zijn wortels in de wetenschap en niet direkt in het beleid. Door te proberen verklaringen te vinden voor de veranderingen en trends in de graadmeters wordt aansluiting gezocht met het beleidsmatige karakter van GONZ.

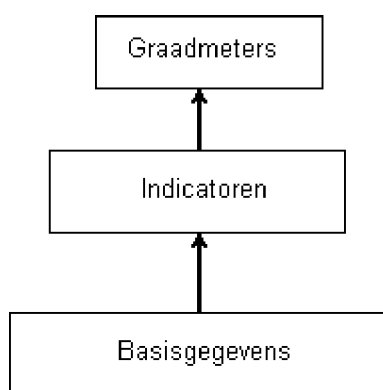
3. Toepassing

Dit hoofdstuk beschrijft de bouwstenen en de architectuur voor de 13 graadmeters. De beschreven architectuur is gebaseerd op de kennis vanuit de voorgaande fasen van het GONZ project en de beschikbare kennis over de graadmeteropbouw binnen de huidige fase (GONZ III) van het project.

3.1 De relatie tussen de graadmeters, de indicatoren en de basisgegevens.

Onder de graadmeters zijn de onderliggende bouwstenen (basisgegevens, indicatoren) van enorm belang. De relatie tussen deze bouwstenen wordt schematisch gepresenteerd in figuur 3.1

Figuur 3.1: Schematische presentatie van de ondersteunende bouwstenen van graadmeters.



De basisgegevens behelzen de biologische gegevens over de soorten van indicatoren. Deze worden op regelmatige wijze gemeten door het RIVO en RWS middels het biologische monitoringsprogramma MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands). Voor het ontwikkelen van de graadmeters zijn de basisgegevens van enorm belang. De beschikbaarheid en bruikbaarheid van deze gegevens maken het ontwikkelen van de betreffende graadmeters mogelijk. Op basis van de gegevens kan de bewerkingsmethodiek voor de indicator ontwikkeld worden.

De indicatoren bevatten de gevoelige soorten of parameters die de effecten van veranderingen in het ecosysteem belichten. Het is mogelijk om meer indicatoren voor een graadmeter te hebben. Het is belangrijk om te weten dat elk indicatorsoort of parameter een apart beeld vormt, die tot een andere betekenis van de graadmeter kan leiden. Een voorbeeld daarvan is de graadmeter "Toppredatoren". Met het gebruik van de vogelgemeenschap als indicatorsoort is de beschrijving van de trofische relatie tussen de vogels, de vissen en schelpdieren te krijgen. De indicator voor vogelpredatoren geeft aan hoe de zee fungeert als een fourageergebied voor de vogels. Tevens geeft dit gebied een indicatie aan van het beschikbare voedsel dat voor de vogels aanwezig is. Aan de andere kant is met het gebruik van vissoorten als indicatorsoort voor dezelfde graadmeter (toppredator) het beeld over de voedselrelatie tussen de predatorvissen en de prooivissen in de waterkolom bekeken.

Boven de indicatoren komen de graadmeters te staan. De graadmeters geven informatie over de invloed van veranderingen in het ecosysteem op de in het eco-

systeem aanwezige ecologische groepen. De graadmeters hebben een hogere ecologische relevantie dan de indicatoren. De zeggenschap van de graadmeters kunnen veranderen in ruimte en tijd. De verandering van de zeggenschappen van de graadmeters zijn sterk afhankelijk van de veranderingen in de algemene toestanden van het betreffende ecosysteem. Een detailbeschrijving van de indicator en van de graadmeter wordt in hoofdstuk 4 gegeven. Daarbij is het ontwikkelingsproces vanaf de uitwerking van de basisgegevens tot aan de graadmeter beschreven.

Tabel 3.1: De 13 ecologische graadmeters met bijbehorende indicatoren.

Graadmeter	Indicator(en)
Soortendiversiteit fytoplankton	Shannon-Wiener index
Soortendiversiteit macrozoöbenthos	Shannon- Wiener index
Populatie macrozoöbenthos	Halfgeknotte Strandschelp (<i>Spisula</i>)
Populatie zoutwatervissen	Haring Kabeljauw Schol zandspiering Stekelrog
Populatie kust- en zeevogels	7 soorten
Populatie zeezoogdieren	Gewone Zeehond, Bruinvis
Structuur fytoplankton	N/P ratio, concentraties N, P
Structuur macrozoöbenthos	r/k strategen
Structuur visgemeenschap	lengte/gewicht
Primaire produktie	chlorofyl-data
Top predatoren	Vis (Kabeljauw) Vogels (Grote stern) Zeezoogdieren (Gewone zeehond, Bruinvis)
Trofische structuur macrozoöbenthos	ITI index
Stapel voedsel (dichtheden)	Halfgeknotte Strandschelp (<i>Spisula</i>)

Tabel 3.1 geeft de 13 in dit rapport behandelde graadmeters met hun onderliggende indicatoren. De 13 graadmeters zijn ecologische graadmeters en zijn gebruikt om de veranderingen in de ecologische groepen te signaleren. Omdat de positieve ontwikkelingen in de ene ecologische groep negatieve ontwikkelingen in de andere groep kunnen veroorzaken, is het bijna niet mogelijk met de afzonderlijke graadmeters het ecosysteem te beoordelen. De betekenis van deze signalen worden bij elkaar gebracht om het totale ecologische beeld van het ecosysteem te krijgen. Er zijn nog geen streefbeelden of referentieperiodes voor deze 13 graadmeters vastgesteld. Wat wel aan de orde komt is de Ausgangssituation (huidige toestand) en deze wordt gebruikt om de trends te beschrijven.

4. De graadmeters en de toestand van de Noordzee

In dit hoofdstuk worden de 13 haalbare graadmeters beschreven. Het gebruik van de graadmeters om de toestand van het Noordzee-ecosysteem te beschrijven, is in dit hoofdstuk duidelijk gemaakt. De gebruiksmethodiek voor de graadmeters zijn in hoofdstuk 4.1 weergegeven. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4.2 de afzonderlijke graadmeters gepresenteerd.

In bijlage 1 is een onderverdeling in twee groepen gegeven vanuit het GONZ I project van de daarin geformuleerde 23 graadmeters, namelijk graadmeters rond de beleidsthema's biodiversiteit en het ecologisch functioneren.

Hoewel er een scheiding blijkt in beleidsthema's bij het uitwerken van de hier gebruikte 13 graadmeters zijn deze verder in dit rapport komen te vervallen. De structuur- en proceskenmerken blijken in de praktijk van de graadmeterontwikkeling in elkaar over te lopen. Om een idee te geven waarom de onderverdeling in eerste instantie was aangebracht, wordt de filosofie achter de beleidsthema's en de onderverdeling van de graadmeters nog wel in hoofdstuk 2.1 uitgelegd.

De graadmeters rond het beleidsthema biodiversiteit richten zich met name op de structuur van het ecosysteem (Duel et al., 1997). Zij zijn verdeeld naar de verschillende groepen, te weten fytoplankton, macrozoöbenthos, vissen, vogels en zeezoogdieren. Deze indeling, tezamen met de bijbehorende indicatoren, geven een beeld van de verschillende trofische niveaus en verstoringen van het ecosysteem. Verandering in het nutriëntenaanbod en de daarmee samenhangende samenstelling van het fytoplankton worden bekeken aan de hand van een diversiteitsindex en de N:P-ratio. Macrozoöbenthos wordt gevolgd aan de hand van diversiteit, populatie-omvang en overlevingsstrategie. Vissen worden bekeken via de populatie-omvang van een aantal relevant geachte soorten en de structuur van het totale visbestand. Vissen zijn vooral secundaire en tertiaire consumenten, dus planktoneters en carnivoren. Vogels zijn benthos- en viseters, terwijl zeezoogdieren alleen viseters zijn. Hiermee staan deze dieren aan de top van de voedselketen. Verstoring in de voedselketen zullen bij deze dieren merkbaar worden en hun populatie-omvang is daar een indicatie voor.

De hieronder benoemde graadmeters beschrijven dan ook de structuur van het ecosysteem en richten zich vooral op de soortendiversiteit en aantallen. Onder soortendiversiteit wordt hier verstaan: de diversiteit aan soorten en soortengroepen (hogere taxonomische niveaus), waarbij ook de abundanties van de taxa onderling wordt meegenomen. Aangezien soortendiversiteit een belangrijk onderdeel is van biodiversiteit, worden deze graadmeters onder dit thema gerangschikt. Biodiversiteit is een ruimer begrip, waarbij naast soorten bijvoorbeeld ook genetische diversiteit, functionele diversiteit en habitatdiversiteit worden gerekend. Van de 13 in GONZ I genoemde graadmeters worden er in deze studie slechts 9 beschreven.

Deze 9 graadmeters zijn:

1. soortendiversiteit fytoplankton
2. soortendiversiteit macrozoöbenthos
3. populatie macrozoöbenthos
4. populatie zoutwatervissen
5. populatie kust- en zeevogels
6. populatie zeezoogdieren
7. structuur fytoplankton
8. structuur macrozoöbenthos
9. structuur visgemeenschappen

Naast de graadmeters rond biodiversiteit, die zich richten op de structuur van het ecosysteem, richten de graadmeters rond het ecologisch functioneren zich op de

processen die zich in een ecosysteem afspelen. Van de 10 in GONZ I genoemde graadmeters worden er in deze studie slechts 4 beschreven.

Dit geeft de volgende lijst met graadmeters:

10. Primaire productie
11. Toppredatoren
12. Trofische structuur macrozoöbenthos
13. Stapelvoedsel

4.1 Gebruiksmethodiek van de graadmeters voor de ecologisch toestandbeschrijving van de Noordzee

De geselecteerde 13 graadmeters hebben een brede relatie met de functionele en de ecologische aspecten van de Noordzee. Vanuit deze relaties kunnen de graadmeters gebruikt worden om het Noordzee-ecosysteem zowel ecologisch als functioneel te beschrijven.

De methodiek om de graadmeters als instrument voor de beschrijving van de toestand van de Noordzee te gebruiken is via een aantal stappen te beschrijven.

- Stap 1 : Aanvankelijk wordt de relevantie van de graadmeter en indicator voor het beleid en het ecosysteem duidelijk gemaakt.
- Stap 2: De trends en veranderingen in de aantallen (voorkomen/verdwijnen) van de indicatorsoort en/of getalsmatige veranderingen in de betreffende parameters worden beschreven.
- Stap 3: De functionele en ecologische betekenis van de veranderingen in de getallen voor de betreffende ecologische groepen en voor het Noordzee-ecosysteem wordt beschreven.
- Stap 4: De afzonderlijke informatie per graadmeter over de ecologische groepen wordt bij elkaar gebracht om het beeld over de ecologische toestand van het ecosysteem te completeren.

Voor elke graadmeter zijn de relevanties voor het water- en natuurbeleid voor de Noordzee aangegeven. Daarna is de motivatie voor de selectie van de te gebruiken indicator(en) gegeven, gevolgd door gegevensverzameling- en verwerkingsmethode. Aansluitend per graadmeter (indicator) zijn de ontwikkelingen in de afgelopen jaren en de huidige toestand rondom de indicator(soorten) beschreven. Alle beschrijvingen van de graadmeters in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de rapporten over de ontwikkelingsmethodieken en mogelijke wijzen van gebruik van de afzonderlijke graadmeters.

Deze studies zijn uitgevoerd door verschillende instituten in Nederland die wetenschappelijke en toegepast onderzoek uitvoeren naar de ecosystemontwikkeling van de Noordzee. Bij iedere graadmeter staat vermeld in welk document de basisinformatie en de ontwikkeling van de graadmeter gegeven wordt. De afzonderlijke rapporten worden als annex gebundeld en verspreid. Een overzicht van de deelnemende instituten en personen kunt u het voorwoord vinden.

4.2 Soortendiversiteit fytoplankton

Uit: Duijts (1999b).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Fytoplankton is een belangrijke groep in de Noordzee, omdat het als primaire producent aan de basis van de voedselketen staat. Het is voedsel voor herbivoren als zoöplankton en macrozoöbenthos.

De soortensamenstelling en de biomassa van het fytoplankton worden voor een belangrijk deel gestuurd door de nutriëntenontwikkeling in het water, waardoor sturing op en bescherming van specifieke soorten vrijwel uitgesloten is. Indien soortendiversiteit als een onderdeel van biodiversiteit wordt gezien, dan is de soortendiversiteit een belangrijke signalering van de beïnvloeding van het stoffenbeleid op de biodiversiteit van de Noordzee. Bedacht moet worden dat de stofstroom vanaf het land naar de Noordzee hoofdzakelijk invloed heeft op de kustzone en relatief minder invloed op verder van de kust af gelegen delen.

De ecologische betekenis van soortendiversiteit is meer dan alleen de aan- of afwezigheid van soorten. Het totaal aantal soorten is, samen met de aantalsverhouding een belangrijke indicator voor het ecosysteem. Van nature ontstaan in het plankton bloeien, zoals de diatomeeënbloei in het voorjaar. De hoogte van deze bloei en het aantal aanwezige soorten worden bepaald door de aanwezige nutriënten. In het algemeen kan gezegd worden, dat een hogere nutriëntenbelasting zal resulteren in een grotere bloei en het aanwezig zijn van minder soorten. De indicator zal dus op beide situaties moeten reageren.

Indicator

Als indicator is daarom de diversiteitsindex volgens Shannon-Wiener gekozen. Hoe hoger de waarde van de index, hoe groter de onzekerheid (waarbij een grotere onzekerheid staat voor een kleinere kans dat bij het kijken naar een monster het volgende individu van een dezelfde soort zal zijn). Een hogere indexwaarde kan komen doordat er veel soorten aanwezig zijn, maar ook door de aantalsverdeling van de soorten onderling. Indien één soort sterk dominant is, dan is de kans groot dat deze soort de volgende zal zijn in het monster. De waarde van de index is dan laag. Als de soorten meer gelijkmatig verdeeld zijn, dan wordt de onzekerheid groter en daarmee de waarde van de index ook hoger. De index loopt van 0 bij het voorkomen van slechts één soort tot een maximum dat wordt bepaald door het totaal aantal soorten dat in de berekening wordt meegenomen (S), te weten $\ln(S)$. Hieraan gekoppeld is de index voor de gelijkmatigheid van de soorten: de evenness. Deze index loopt van 0 tot 1, waarbij 0 aangeeft dat er slechts één soort aanwezig is en er dus geen spreiding is, terwijl 1 staat voor een volkomen gelijkmatige spreiding, dus alle soorten komen in even grote aantallen voor. Deze twee indexen, tezamen met het totaal aantal soorten, geven deze een goed beeld van de soortendiversiteit.

Gegevensverzameling en verwerkingsmethodiek

Het bemonsteringsprogramma omvat een maandelijks meting op een beperkt aantal locaties, die langs raaien zijn gegroepeerd.

Voor de praktische uitwerking van de graadmeter is het noodzakelijk dat de monsters voldoende groot zijn, dat wil zeggen dat er voldoende individuen en soorten aanwezig moeten zijn.

Daarom is er gekozen voor het samenvoegen van monsterlocaties en tijdstippen. De graadmeter wordt gepresenteerd in een beperkt aantal gebieden en met een frequentie van vier maal per jaar. Voor de berekening zijn alle gedetermineerde taxa meegenomen, waarbij is uitgegaan van de lijsten uit het monitoringprogramma. Dat betekent dat niet alle taxa op hetzelfde taxonomische niveau worden meegenomen. Soms wordt alleen het geslacht of een hoger taxonomisch niveau bepaald. Door het samenvoegen van verschillende locaties en tijdstippen worden de berekeningen met voldoende grote monsters gedaan, waardoor de index in een stabiel gebied komt te liggen en de exactheid van de determinatie niet meer zo'n rol speelt (Duijts, 1999b).

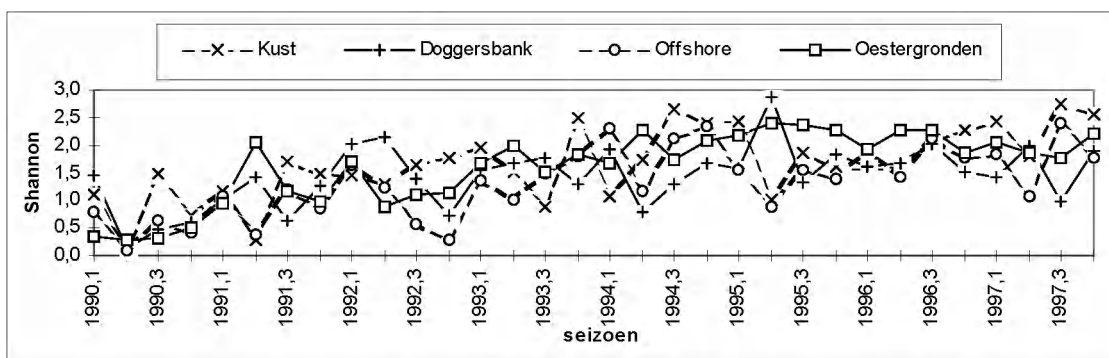
Ontwikkelingen en trends in de afgelopen jaren

Voor de trendberekening zijn de gegevens van een jaargetij van een gebied bij elkaar opgeteld. Dat betekent dat er één waarde is in ieder jaar voor de maanden december, januari en februari (winter); maart, april, mei (voorjaar); juni, juli, au-

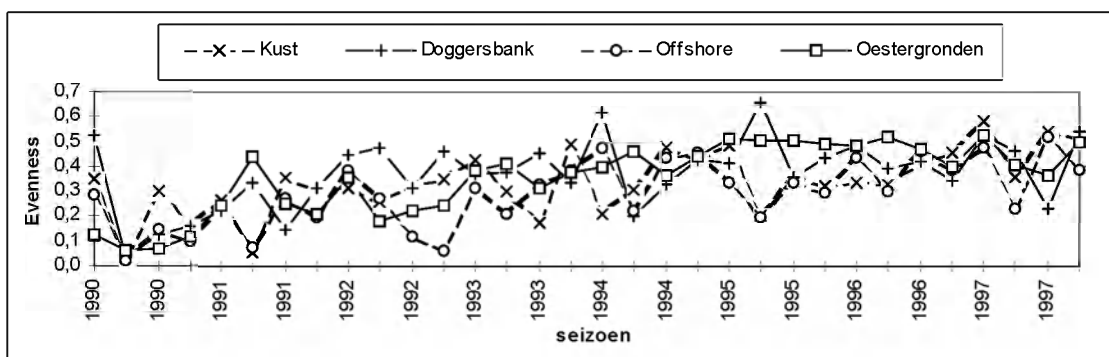
gustus (zomer); september, oktober, november (najaar). (In de onderstaande figuren zijn alleen voor de duidelijkheid alleen de voorjaarsgegevens uitgezet) Alle vier de gebieden hebben een positieve significante trend voor de index van Shannon-Wiener. Deze toename wordt vooral veroorzaakt door een toename van de evenness, wat inhoudt dat de dominantie van een enkele soort (plaa)g afneemt. De Kustzone en Offshore lijken een piek te vertonen rond 1994 in het aantal soorten.

De graadmeter en de huidige toestand van de Noordzee

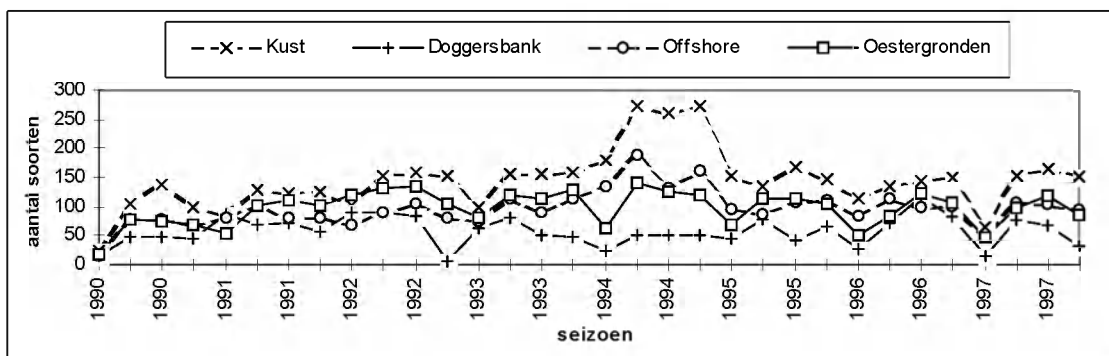
De meest recente inventarisatie is uit 1997. Het gebied is ingedeeld in een viertal delen, te weten: de Kustzone, Offshore (Zuidelijke Noordzee), Doggersbank en Oestergronden. Het aantal locaties in de verschillende gebieden is (volgorde als hiervoor): 8, 4, 1 en 4. De Kustzone is het meest soortenrijk, daarna komen aflopend Offshore, Oestergronden en de Doggersbank. De indeling volgens de Shannon-Wienerindex geeft een ander beeld. Nu is de Doggersbank het hoogst (NB.: berekend uit slechts één locatie), dan aflopend de Oestergronden, Kustzone en als laagste Offshore.



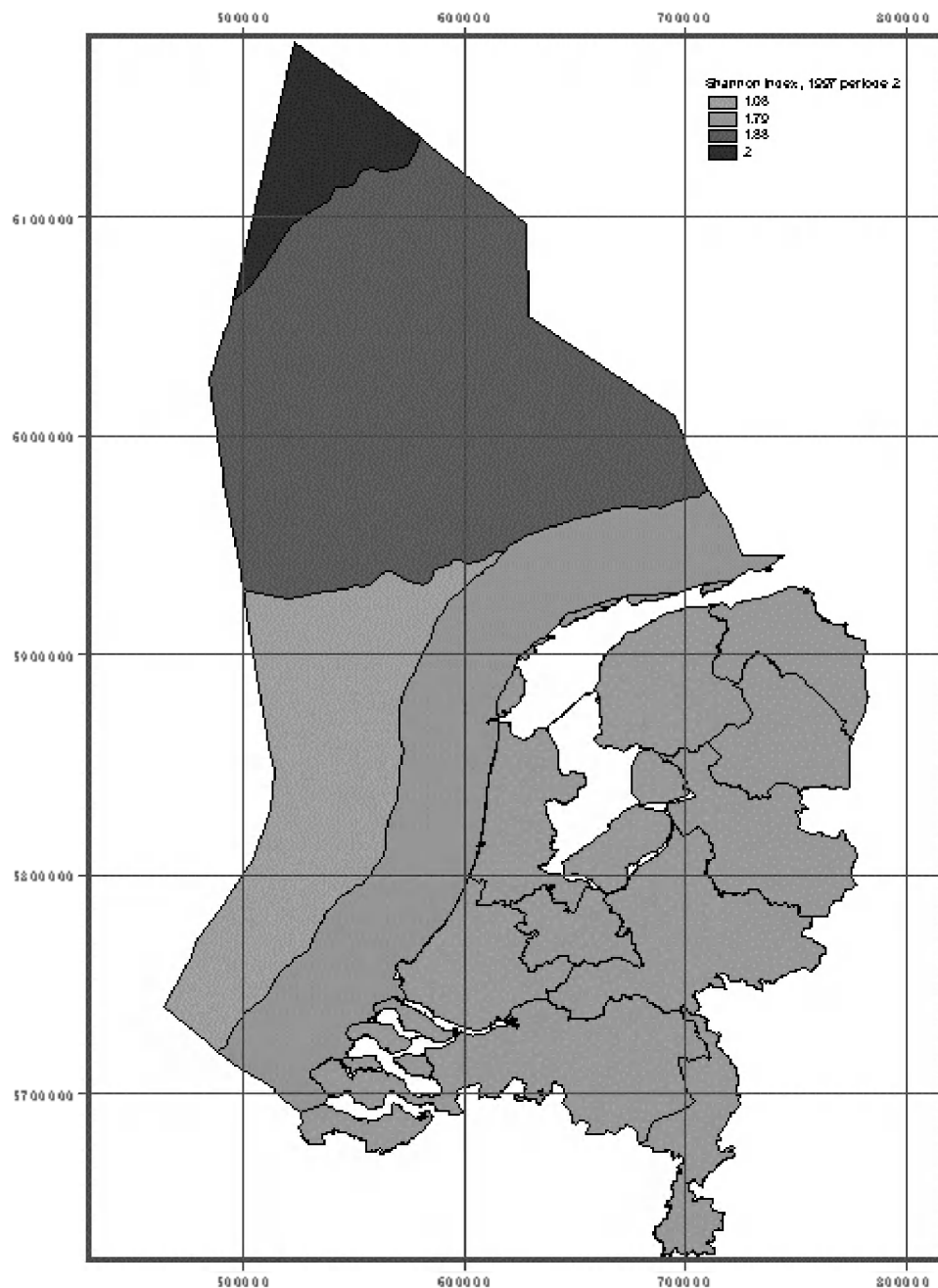
Figuur 4.2.1: Het verloop van de soortendiversiteit volgens Shannon-Wiener van het fytoplankton.



Figuur 4.2.2: Het verloop van de evenness van het fytoplankton.



Figuur 4.2.3: Het verloop van het aantal soorten van het fytoplankton.



figuur 4.2.2: Overzicht van de Shannon-Wienerindex in het voorjaar van 1997

4.3 Soortendiversiteit macrozoöbenthos

Uit: Duijts (1999b).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Onder macrozoöbenthos wordt hier verstaan: de invertebratenfauna die aanwezig is op en in de bodem van de Noordzee.

De soortensamenstelling van het macrozoöbenthos vormt een afspiegeling van de waterkwaliteit (zwevend stof, saliniteit, zuurstof) en de abiotische kenmerken (sediment, dynamiek) van de zeebodem. De filterfeeders onder het macrozoöbenthos zijn consumenten van het fytoplankton en is op zijn beurt weer een voedselbron

voor hogere trofische niveaus als vogels en vissen. Daarmee is het een belangrijke schakel in de voedselketen. De diversiteit van het macrozoöbenthos is dan ook een belangrijke graadmeter voor de kwaliteit van het Noordzee-ecosysteem. Verontreinigingen rond boorplatforms zorgen voor een sterk verminderde diversiteit. Verder kan door zuurstoftekort in diepere, gestratificeerde wateren ook een vermindering in diversiteit en biomassa optreden. Sterke dynamiek van de bodem zorgt voor een verschuiving van langlevende naar kortlevende soorten, die vaak ook in grotere aantallen voorkomen. Dit geeft een lagere diversiteit. Een dergelijk effect valt ook te verwachten van een intensieve boomkorvisserij. De bodem wordt hierbij sterk verstoord, waarbij tevens beschadiging van de organismen optreedt. Deze graadmeter sluit aan bij het ecosysteemdool "diversiteit van de bodemfauna behouden en zo nodig herstellen".

Indicator(soort)

Als indicator voor de macrozoöbenthosdiversiteit is gekozen voor de diversiteitsindex van Shannon-Wiener in combinatie met het aantal soorten en de verdelingsmaat evenness. De verantwoording is overeenkomstig de keus van deze indices voor het fytoplankton.

Gegevensverzameling en verwerkingsmethodiek

Het macrozoöbenthos wordt in het standaard monitoringprogramma één maal per jaar gemeten. Van 1991 tot en met 1995 gebeurde dit op een beperkt aantal locaties, waarbij er 5 submonsters per locatie werden genomen. Vanaf 1996 is deze strategie gewijzigd in bemonstering van ongeveer 100 locaties, met slechts één submonster per locatie.

Voor de praktische uitwerking van de graadmeter worden in een viertal gebieden de monsterlocaties bij elkaar genomen en als één getal gepresenteerd. Deze indeling valt samen met de specifieke kenmerken van de macrozoöbenthosgemeenschap. Aangezien de bemonstering slechts één maal per jaar plaatsvindt, is de frequentie van presenteren ook één maal per jaar.

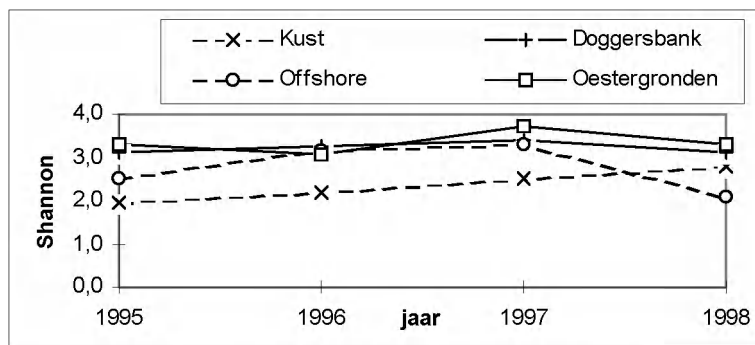
Ontwikkelingen en trends in de afgelopen jaren

Er is een tijdreeks aanwezig van vier jaar, 1995 tot en met 1998. Vanaf 1991 wordt er gemeten, maar de methodiek van voor 1995 is anders dan die vanaf 1995, zie hierboven. Om waarden in de tijdreeks onderling te kunnen vergelijken, is gekozen voor het weergeven van de periode vanaf 1995. Er is één meting per jaar uitgevoerd. Hierdoor is de tijdreeks opgebouwd uit slechts vier waarden. Een trend is dan ook nog niet goed te geven. Wat opvalt is de stijgende lijn in de Shannon-Wienerindex van de Kustzone. De overige gebieden laten geen trend zien, niet in de Shannon-Wienerindex, noch in het aantal soorten of de Evenness. Dit laatste betekent dat er geen eenduidige verandering is gekomen in de aantalsverdeling van de taxa onderling.

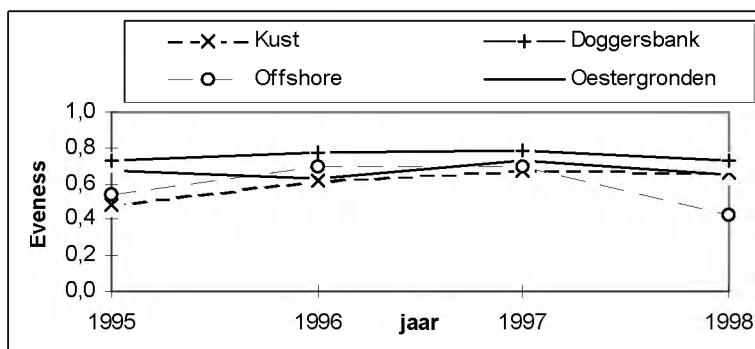
De graadmeter en de huidige toestand van de Noordzee

De meest recente inventarisatie is uit 1998. Het gebied is ingedeeld in een viertal delen, te weten: de Kustzone, Offshore, Doggersbank en Oestergronden (zie figuur 4.3.4).

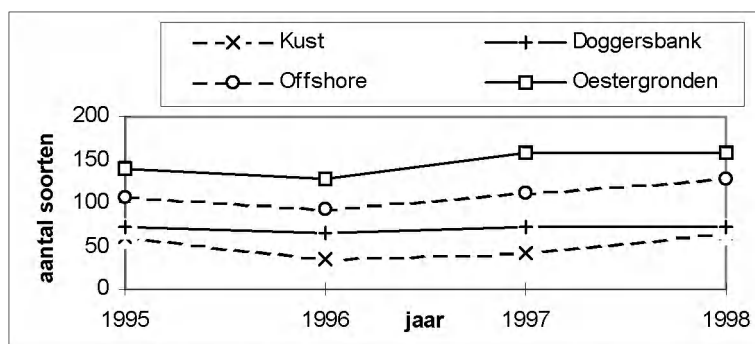
Het aantal locaties in de verschillende gebieden is (volgorde als hiervoor): 15, 36, 7 en 42. De Oestergronden zijn het meest soortenrijk, daarna komen aflopend Offshore, Doggersbank en de Kustzone. De indeling volgens de Shannonindex geeft een ander beeld. Opnieuw geeft de Oestergronden de hoogste waarde, maar aflopend volgen dan de Doggersbank, Kustzone en Offshore.



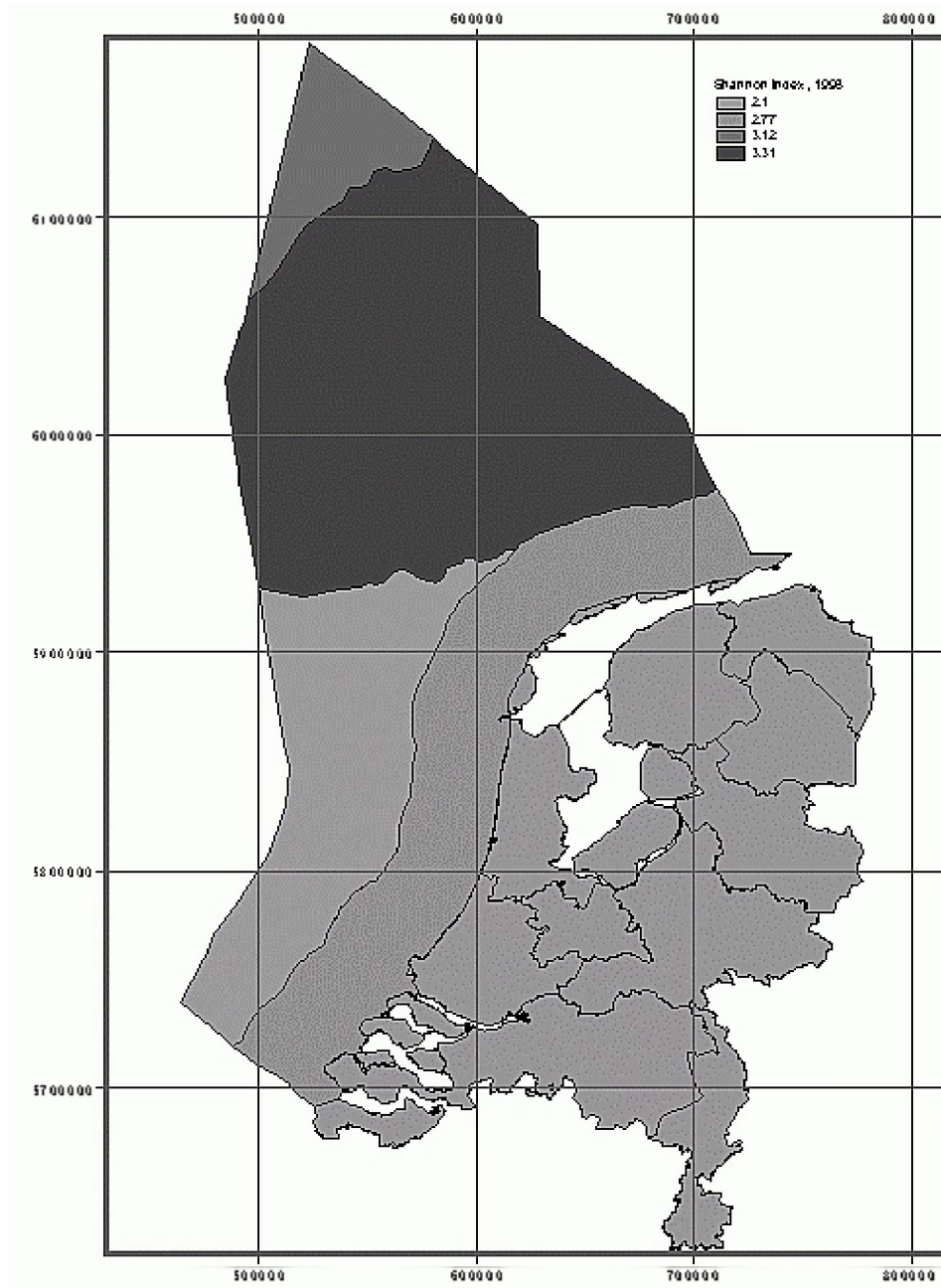
Figuur 4.3.1: De Shannon-Wienerindex voor de macrozoöbenthosdiversiteit



Figuur 4.3.2: De evenness voor de macrozoöbenthosdiversiteit



Figuur 4.3.3: Het aantal soorten voor de macrozoöbenthosdiversiteit



figuur 4.3.4: verdeling van de Shannon-Wienerindex in 1998

4.4 Populatie macrozoöbenthos

Uit: Craeymeersch (1999.)

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Macrozoöbenthos, de op en in de bodem levende fauna, is een belangrijke secundaire producent (en dus primaire consument) in de Noordzee. Daarnaast leven vele soorten ook als afvaleters, dus van dood organisch materiaal. Het macrozoöbenthos zelf is weer een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels. De biomassa-omvang kan onder andere worden bepaald door visserij, vervuiling door microverontreinigingen en eutrofiëring (in de vorm van voedselbeschikbaarheid). Visserij kan zowel direct als indirect van invloed zijn op het macrozoöbenthos. Direct wordt er b.v. gevist op *Spisula* en worden organismen beschadigd en ge-

dood door b.v. boomkorvisserij. Het gevolg is een verschuiving naar soorten die in staat zijn zich snel voort te planten, zodat een verstoring door visserij resulteert in een grotere populatieomvang van dit type dieren. Verontreiniging met bijvoorbeeld TBT heeft verschillende effecten. Bekend zijn de problemen met de geslachtelijke ontwikkeling, de zgn. imposex, schelpmisvorming en groeivertraging bij oesters.

Indicator

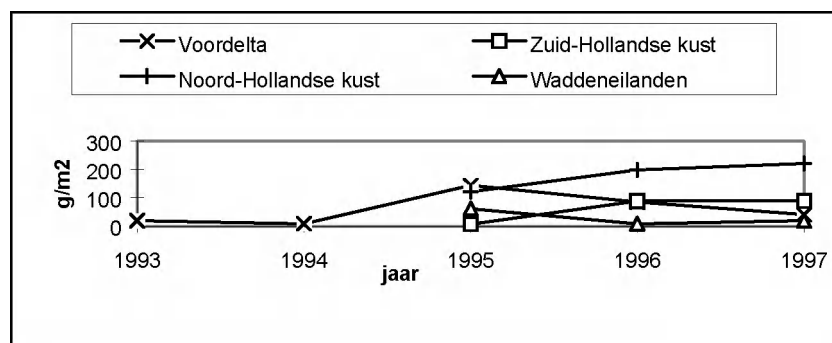
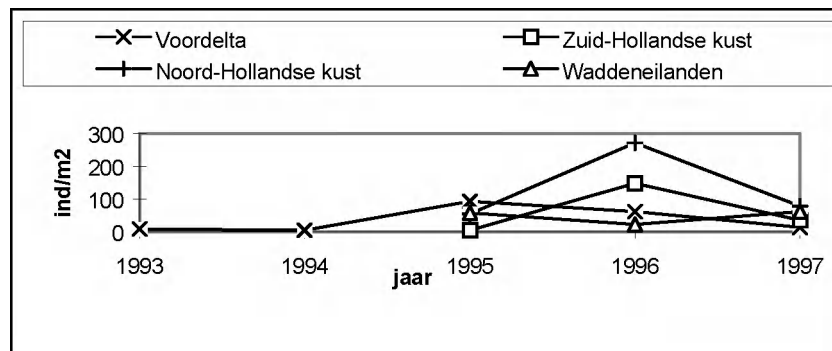
Als indicator wordt de populatieomvang van de tweekleppige *Spisula subtruncata* genomen. Deze Halfgeknotte strandschelp komt massaal in de kuststrook voor. Zij leven daar in het zand ingegraven en eten door water te filteren. *Spisula* wordt jaarlijks door het RIVO bemonsterd in een dicht meetnet, zodat er een goed beeld gevormd kan worden over de populatieverandering van deze soort.

Ontwikkelingen en trends in de afgelopen jaren

De aantallen *Spisula* schommelen sterk in de tijd. Dit komt voornamelijk door natuurlijke oorzaken. Broedval komt in verschillende gebieden in verschillende intensiteiten voor. Een goede broedval in een bepaald jaar geeft het jaar erop een groot bestand aan nuljarige dieren (dus eigenlijk de éénjarigen). De biomassa neemt dan toe, terwijl het aantal individuen gelijk blijft of zelfs daalt. Dat is te zien aan de veranderingen langs de Hollandse kust. In 1995 vond een goede broedval plaats, wat resulteert in een verhoogd aantal nuljarigen in 1996 en een verhoogde biomassa via de meerjarigen in 1997.

De graadmeter en de huidige toestand van de Noordzee

De laatste uitgewerkte gegevens zijn van de bemonstering uit 1997. De hoogste biomassa is te vinden bij de Noord-Hollandse en de Zuid-Hollandse kust. In de Voordelta en de Waddeneilanden is dit duidelijk lager. Indien het aantal individuen per m² wordt bekeken, dan zijn de verschillen minder groot. De biomassa wordt berekend uit twee groepen, t.w. de nuljarigen en de meerjarigen. Aangezien de verhouding nul en meerjarig sterk in de richting van de meerjarigen ligt, vertoont de biomassa een duidelijk verschil. Bij ongeveer gelijke absolute aantallen zijn er voor de Hollandse kust verhoudingsgewijs veel meerjarige individuen aanwezig ten opzichte van de andere twee gebieden.



Figuur 4.4.1: Het verloop van het aantal individuen en de biomassa van *Spisula subtruncata*
4.5 Populatie zoutwatervissen

Uit: Lanfers (1999) en Van Duin, Heessen & Piet (1998).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

De vispopulaties op de Noordzee worden sterk beïnvloed door de visserij. Dit geldt niet alleen voor de commercieel aantrekkelijke soorten als Kabeljauw, Haring, Schol en Tong, maar ook voor de bijvangst zoals haaien en roggen. Ecologische duurzaamheid houdt in dat er levensvatbare vispopulaties blijven bestaan en verder behoud van biodiversiteit en ecotopen. Voor de visserij zijn vooral de commerciële soorten van belang. Ook hierbij geldt dat er levensvatbare populaties moeten blijven bestaan. Ecologische duurzaamheid en visserijbelangen gaan voor commerciële soorten dus gelijk op. Dit geldt niet voor commercieel oninteressante soorten. Hiervoor is alleen de ecologische duurzaamheid van belang.

Een aparte groep wordt gevormd door de diadrome vissen. Deze brengen een deel van hun leven door in zoet water en een ander deel in zout water. Vooral soorten die normaal in zee leven en om te paaien naar zoet water trekken, hebben te lijden van menselijke verstoringen, zoals watervervuiling, verlies aan paaihabitats, barrières en overbevissing.

Beleidsmatig is een vispopulatie een duidelijke groep. De toestand waarin visbestanden zich bevinden zegt zowel iets over de toestand van het Noordzee-ecosysteem, als over het gebruik dat door de visserij van het ecosysteem wordt gemaakt. De combinatie van de populatie-ontwikkelingen van verschillende vissoorten kan worden gezien als een graadmeter voor de ecologische kwaliteit van de Noordzee. Het waterbeleid is gericht op een duurzame ontwikkeling van het watersysteem en een duurzaam gebruik. Duurzaamheid staat bij de ecologische kwaliteit centraal en combineert het natuurbelang en het visserijbelang.

Indicatorsoorten

Als indicatoren zijn de volgende soorten gekozen: Kabeljauw, Haring, zandspiering en Schol als commerciële soorten; Stekelrog voor de niet commerciële soorten. Haring is een pelagische soort, van de demersale soorten leeft Kabeljauw bij de bodem en Schol op de bodem. Ook de verschillende voedselgewoontes zijn nu vertegenwoordigd: Haring eet zoöplankton, Schol eet benthos, Kabeljauw eet vis en benthos, zandspiering eet copepoden en wormen, de Stekelrog eet zandspiering en kreeftachtigen.

Voor de graadmeter 'populatie zoutwatervissen' zijn populatieparameters van paaibiomassa en visserijsterfte gebruikt als indicatoren. Vissoorten die kenmerkende elementen van de visfauna zijn en tegelijkertijd duidelijk te onderscheiden vormen van visserij weergeven, vormen de indicatorsoorten (Haring, Kabeljauw, Schol, zandspiering en Stekelrog (kwetsbaar voor een te grote visserijdruk)).

Gegevensverzameling en verwerkingsmethodiek

Gemeten worden de visserijsterfte en de paaibiomassa van de vier soorten. De frequentie van meten ligt op één maal per jaar. Voor de Stekelrog zijn er slechts weinig metingen.

Ontwikkelingen en trends in de afgelopen jaren

De laatste decennia zijn de vispopulaties in de Noordzee zwaar bevestigd, mogelijk met uitzondering van de zandspiering. De situatie lijkt zich de laatste jaren enigszins te stabiliseren en in enkele gevallen lijkt er sprake te zijn van een licht herstel.

De graadmeter en de huidige toestand van de Noordzee

Voor de vier commerciële soorten geeft tabel 4.5 een beeld van de huidige paaibiomassa en visserijsterfte ten opzichte van de in 1998 door ICES voorgestelde voor-

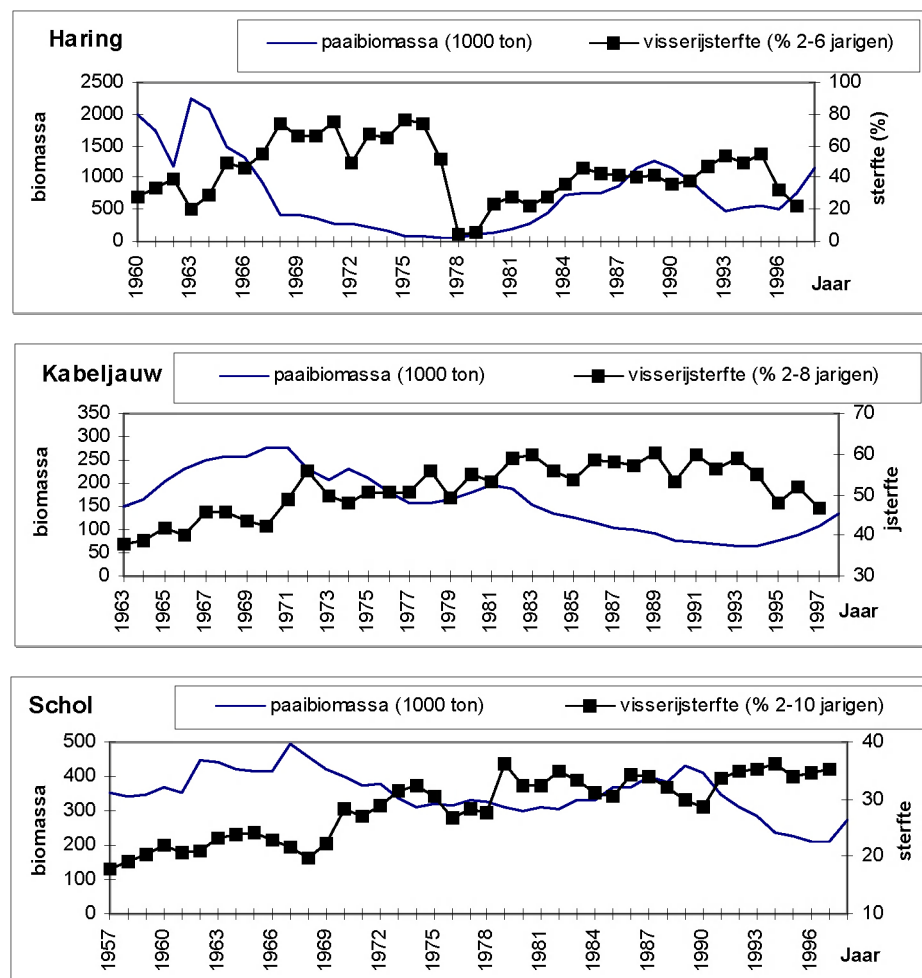
zorgsniveaus. De visserijsterfte van zowel Haring, Kabeljauw als Schol is de laatste decennia boven het voorzorgsniveau geweest. Bij de zandspiering is sprake van een gezonde populatie, Haring, Kabeljauw en Schol bevinden zich om en nabij het veilig biologisch minimum (MBAL). De Stekelrog bevindt zich vermoedelijk buiten biologisch veilige grenzen.

Tabel 4.5: de door de ICES in 1998 voorgestelde niveaus van minimum paaibestand (Bpa, in tonnen) en maximum visserijsterfte (Fpa) weergegeven, evenals het percentage afname per jaar dat overeenkomt met de voorgestelde visserijsterfte.

Tabel 4.5

	Bpa	Fpa	%
haring	800.000	0,30	26
kabeljauw	150.000	0,65	48
schol	300.000	0,30	26
zandspiering	600.000	-	-
Stekelrog	-		

Voor Haring, Kabeljauw en Schol komen de Bpa-waarden overeen met de MBAL waarden zoals die de afgelopen jaren zijn gehanteerd.



Figuur 4.5.1: paaibiomassa en visserijsterfte van Haring, Kabeljauw en Schol

4.6 Populatie kust- en zeevogels

Uit: Baptist (1999).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Kust- en zeevogels zijn over het algemeen langlevende soorten. Hun verspreiding wordt bepaald door de voedselsituatie in broed- en overwinteringsgebieden, maar ook door verstoring op het land. Visserij blijkt een belangrijke sturende factor bij het voorkomen van vogels te zijn. Dit gebeurt op directe en indirecte wijze. Direct door het aanbod van extra voedsel via discards van vissersschepen. Vooral meeuwen en de Noordse stormvogel profiteren hiervan. Indirect profiteren visetende vogels van de intensieve visserij. Door het wegvangen van de grote vissen verschuiven de lengteklassen van de vissen naar de kleinere dieren. Benthosetende vogels zijn vooral te vinden in de kustzone, waar zij tot 30 meter diepte duiken naar de bodemdieren. *Spisula subtruncata* is een belangrijke voedselbron. Kust- en zeevogels zijn ook zeer mobiel. Verschuivingen in voorkomen en/of wijzigingen in aantallen kunnen daarom nooit direct en zonder nader onderzoek gerelateerd worden aan de (voedsel)situatie in het betreffende gebied. De omstandigheden in broedgebieden en overwinteringsgebieden (vaak buiten Nederland), maar ook in andere gebieden binnen Nederland (bijvoorbeeld de Waddenzee) kunnen de oorzaak zijn van toestandswijzigingen.

Indicatorsoorten

Voor de graadmeter populatie kust- en zeevogels zijn een zevental indicatorsoorten beschreven. Deze soorten vertegenwoordigen verschillende fourageertypen, geografische gebieden en broedbiotopen. De volgende indeling valt te maken:

1. **duikers**: viseters van de kustzone, het zijn zichtjagers die naar vis duiken;
2. **Zwarte zee-eend**: schelpdiereter uit de kustzone;
3. **Zilvermeeuw**: een alleseter van de kustzone, profiteert van de discards;
4. **Drieteenmeeuw**: eet kleine vis en groot zoöplankton offshore
5. **Grote stern**: viseter uit de kustzone, heeft als broedbiotoop licht begroeide gebieden;
6. **Dwergstern**: vooral een indicator voor de broedgebieden van het dynamische zandige en onbegroeide kustsysteem.
7. **Zeekoet/Alk**: offshore viseter, duikende zichtjagers ;

De relevanties van deze indicatorsoorten voor het water- en natuurbeleid voor de Noordzee zijn in de volgende paragrafen beschreven. Aan de hand van de individuele soorten is een beschrijving van de trends en de huidige situatie in de gemeenschappen weergegeven.

4.6.1 Indicatorsoort Roodkeel-/Parelduiker (*Gavia stellata/arctica*)

kustzone; zichtjager; duikende viseter

Relevantie

Roodkeelduikers en Parelduikers zijn tijdens de inventarisatie vanuit een vliegtuig niet van elkaar te onderscheiden. De verspreiding van beide soorten op zee is daarom gezamenlijk beschreven. De Roodkeelduiker is echter vele malen talrijker dan de Parelduiker.

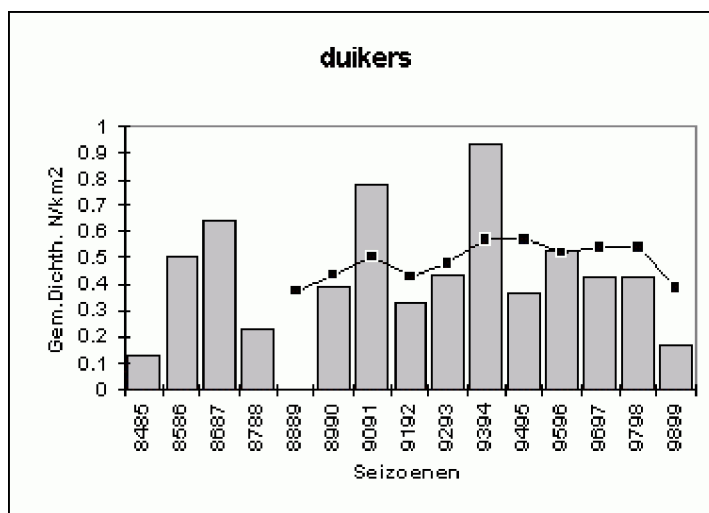
Duikers zijn schuwe vogels en gevoelig voor verstoring. De acceptatiegraad van verstoring door schepen en vliegtuigen is echter nog niet vastgelegd. Het zijn sterk kustgebonden vogels, die hun voedsel, vis, duikend bemachtigen, waarbij ze een diepte van 25 meter kunnen bereiken. Zij hebben dan een voldoende grote visstand in de kustzone nodig in relatief helder kustwater. Nog niet verder geanalyseerde gegevens wijzen erop dat een clustering van duikers kan bestaan op die plaatsen waar de kusttrivier relatief helder is. Hiermee kunnen duikers een indicator

zijn voor de voedselbeschikbaarheid en de voedselkwaliteit (lengteverdeling van vis) 's winters in de kustzone van het NCP alsmede de relatieve helderheid van de kusttrivier.

Maar een klein deel van de totale populatie duikers overwintert in Nederlandse kustwateren. De vogels broeden niet in Nederland en de aantallen kunnen jaarlijks sterk fluctueren door oorzaken buiten Nederland. Desondanks is het aantal duikers in de kustzone een indicatie voor de aanwezigheid van voldoende vis in de winter. Bij een structurele toename van het aantal duikers kan de conclusie worden getrokken dat er meer vis in de kustzone kan worden bemachtigd. Echter, bij een structurele afname van deze vogels moet worden onderzocht of dit ligt aan andere oorzaken bijvoorbeeld in broedgebieden of inderdaad aan de voedselsituatie in de Nederlandse kustzone.

Trend en huidige situatie

Uit onderstaande figuur blijkt dat geen duidelijke trend aanwezig is. De gemeten dichtheden kunnen van jaar tot jaar variëren. Globaal kan men stellen dat deze gegevens er op wijzen dat op dit moment gemiddeld 5.000-10.000 duikers in de kustzone overwinteren. De aantallen duikers overschrijden daarmee de RAMSAR-1%-norm (Rose & Scott, 1994). Werkelijke aantallen zullen waarschijnlijk hoger liggen, omdat een deel van de duikers bij de monitoring onder water wegduikt en niet wordt geteld. Dit heeft echter geen consequenties voor de trendontwikkeling.



Figuur 4.6.1: De gemeten gemiddelde dichtheden duikers in de Nederlands kustzone (tot 20 meter diepte) in de periodes oktober tot maart over de jaren 1984-1999.

4.6.2 Indicatorsoort Zwarte Zee-eend (*Melanitta nigra*)

kustzone; benthoseter

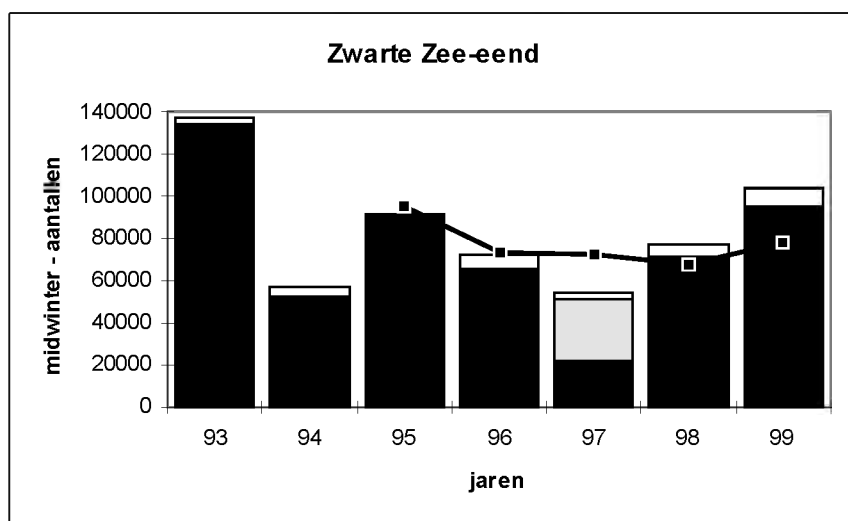
Relevantie

De soort is gevoelig voor verstoring in de vorm van onder andere scheepvaart. Het aantal broedparen Zwarte Zee-eenden in het West-Palearctisch gebied is niet goed te meten en wordt daarom geschat. Een aanzienlijk deel van de totale geschatte broedpopulatie Zwarte Zee-eenden overwintert in Nederlandse kustwateren, maar door deze schatting en doordat de vogels niet in Nederland broeden, kan het aantal overwinterende Zwarte Zee-eenden theoretisch sterk fluctueren. Desondanks is het aantal Zwarte Zee-eenden in de kustzone een goede indicatie voor de aanwezigheid van voldoende voedsel in de vorm van schelpenbanken. Zwarte Zee-eenden eten schelpdieren die in voldoende hoge dichtheden en makkelijk bereikbaar voorkomen; recent is dat voornamelijk *Spisula subtruncata*. Bij een structurele

afname van het aantal Zwarte Zee-eenden kan de conclusie worden getrokken dat er minder schelpenbanken in de kustzone aanwezig zijn. Echter, er moet altijd worden onderzocht of dit ligt aan andere oorzaken bijvoorbeeld in broedgebieden of door de voedselsituatie hier, zoals bijvoorbeeld een verhoogde schelpdiervisserijdruk.

Trend en huidige situatie

Uit onderstaande figuur blijkt dat het totaal aantal Zwarte Zee-eenden, zoals dat in midwinter in Nederland wordt aangetroffen, varieert tussen de 60.000 en 100.000 vogels. De RAMSAR-1%-norm van 8000 (Rose & Scott, 1994) wordt in de jaren negentig in ieder geval overschreden langs de Waddenkust. Langs de Hollandse kust is deze norm slechts in één jaar overschreden. In de Voordelta wordt de norm regelmatig overschreden, met name in de nawinter. Eind jaren negentig werden in de Waddenkustzone circa 90.000 Zwarte Zee-eenden waargenomen en circa 2.000 in de Voordelta.



Figuur 4.6.2: Aantallen Zwarte Zee-eenden in januari in de Nederlandse kustzone, verdeeld in Waddenkust (zwart), Hollandse kust (grijs) en Voordelta (wit) over de periode 1991-1999.

4.6.3 Indicatorsoort Zilvermeeuw (*Larus argentatus*)

kustzone; alleseter; discards

Relevantie

De Zilvermeeuw op zee is vooral een graadmeter voor de mate van menselijk medegebruik van de Noordzee. Zonder de aanwezigheid van de mens zijn er maar weinig Zilvermeeuwen op de Noordzee aanwezig.

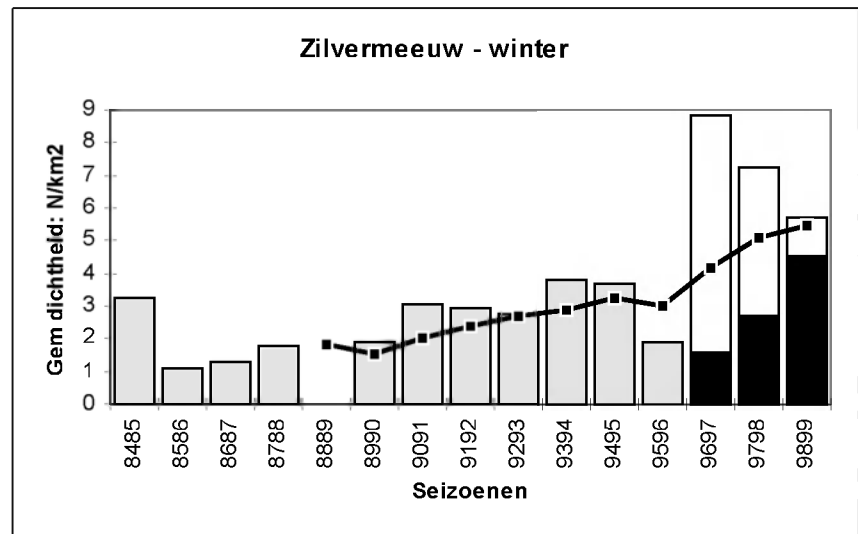
Als broedvogel is het een graadmeter voor de beschikbaarheid van broedgebied in combinatie met foerageergebieden op de Noordzee.

Daar de Zilvermeeuw het gehele jaar langs en op de Noordzee leeft, is deze soort bij uitstek geschikt als graadmeter voor het effect van discards in de visserij. Uit analyse van de laatste drie jaar blijkt dat de verspreiding op de Noordzee zeer sterk gerelateerd is aan het voorkomen van discards achter visserij schepen. Een vermindering van deze discards zal leiden tot een lager aantal Zilvermeeuwen op de Noordzee en dan vooral buiten de broedtijd. Echter, een structurele toe- of afname in het aantal Zilvermeeuwen op de Noordzee, zal altijd verder moeten worden onderzocht om de ware oorzaak te achterhalen.

Trend en huidige situatie

In de winter komt de soort op het hele NCP voor en kunnen aantallen oplopen tot

circa 150.000 vogels. In de broedtijd is de verspreiding van de Zilvermeeuw beperkt tot de kustzone.



Figuur 4.6.3: De gemiddelde dichtheid Zilvermeeuwen in de Nederlandse kustzone (tot 20 meter diepte) in de periodes oktober tot en met maart gemeten over de jaren 1986-1999. Het wit gekleurde deel van de kolom heeft betrekking op vogels die zijn aangetroffen in associatie met schepen op zee, meest vissersschepen.

Uit bovenstaande figuur blijkt een toenemende trend van het jaargemiddeld aantal Zilvermeeuwen in het kustgebied. Deze trend is nog onder voorbehoud. De revisie van de database is onder andere om meer duidelijkheid te kunnen verschaffen over de rol die de visserij speelt in het voorkomen van deze soort. Uit de gegevens van de laatste drie jaren blijkt in ieder geval dat deze rol zeer groot is.

4.6.4 Indicatorsoort Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*)

offshore; oppervlaktejager; kleine vis en zoöplankton

Relevantie

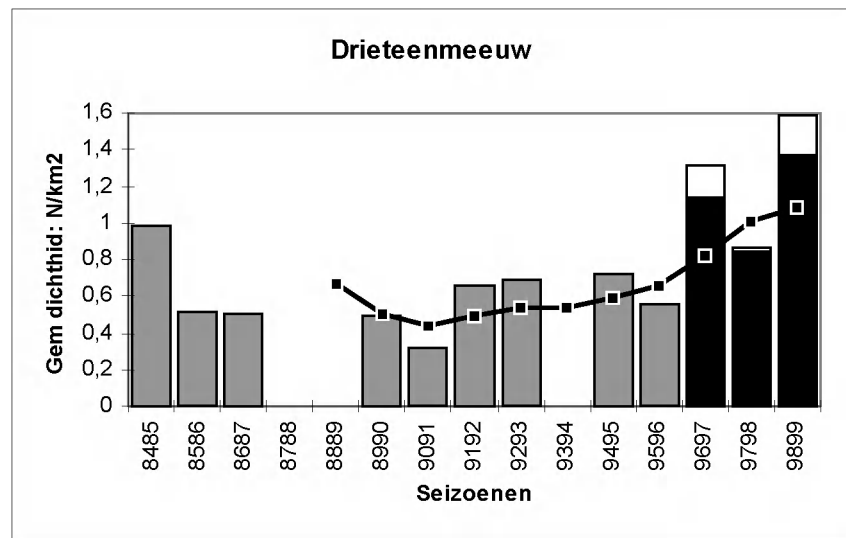
Het voedsel van de Drieteenmeeuw op de Noordzee bestaat vooral uit kleine vis en groter dierlijk plankton dat van het wateroppervlak wordt gepikt. Daarnaast wordt in zeer mindere mate visserijafval gegeten. De Drieteenmeeuw is een sterk offshore gebonden soort en is een graadmeter voor de mate van de voedselbeschikbaarheid aan de oppervlakte.

Drieteenmeeuwen leven net als alle andere zeevogels relatief lang en hebben een lage reproductie en een laag sterftecijfer. Groei van de totale populatie zal pas na jaren merkbaar zijn. Daarom moeten aantalsfluctuaties over het algemeen beschouwd worden als verspreidingsverschuivingen en niet als gevolg van veranderingen in totale populatie-aantallen. Daar komt bij dat zeevogels zeer mobiel zijn en overbruggen gemakkelijk afstanden van tientallen kilometers. In tegenstelling tot de begrenzing tussen het offshore gedeelte van het NCP en de kustzone, is de begrenzing van het NCP geen ecologische grens. Aantallen Drieteenmeeuwen in het offshore gedeelte van het NCP kunnen dagelijks veranderen door "lokale" bewegingen van deze vogels. Daarom moeten structurele veranderingen altijd verder worden onderzocht om de ware oorzaak te achterhalen.

Trend en huidige situatie

Bij deze soort lijkt vanaf het begin van de jaren negentig een toenemende trend aanwezig (figuur 4.6.4).

Deze conclusie is nog onder voorbehoud, omdat revisie van de database nog moet plaatsvinden. Uit eerdere analyses is duidelijk geworden dat de ruimtelijke spreiding van deze soort soms zeer specifiek kan zijn en van jaar tot jaar kan verschillen. Pas nadat de ruimtelijke statistiek beschikbaar is gekomen kan hier verder onderzoek aan worden gedaan.



Figuur 4.6.4: De gemeten gemiddelde dichtheden Drieteenmeeuwen voor het offshore gedeelte van het NCP (dieper dan 20 meter) voor de periodes oktober tot en met mei over de jaren 1986-1999. Het wit gekleurde deel van de kolom heeft betrekking op vogels die zijn aangetroffen in associatie met schepen op zee, meest vissersschepen.

4.6.5 Indicatorsoort Grote Stern (*Sterna sandvicensis*)

kustzone; licht begroeid zandig broedbiotoop

Relevantie

De Grote Stern is op zee een graadmeter voor de beschikbaarheid en de kwaliteit van voedsel. Grote Sterns foerageren in de Nederlandse kustzone (tot 20 meter diepte) en bemachtigen hun voedsel door van geringe hoogte te duiken waarbij diepten tot ruim één meter bereikt worden. Het voedsel bestaat voornamelijk uit kleine vissoorten; langs de Nederlandse kust is dit vooral Sprot, jonge Haring en zandspiering. Nader onderzoek naar de ecologie van op zee foeragerende Grote Sterns is dringend gewenst, met name naar de invloed van waterkwaliteit op het voorkomen en de vangbaarheid van het voedsel.

Als broedvogel kan de soort een graadmeter zijn voor de beschikbaarheid van broedgebieden in combinatie met de kwaliteit van foerageergebieden op de Noordzee. Het voor deze soort benodigde broedhabitat, licht begroeide zandvlakten, staat voortdurend onder druk van veranderingen en/of verstoringen. De Grote Stern broedt in kolonies in de Delta en de Waddenzee.

Het aantal Grote Sterns in Nederland wordt voor een groot deel bepaald door de beschikbaarheid van broedgebieden in combinatie met de kwaliteit van het foerageergebied in de kustzone van de Noordzee, waaronder de hoeveelheid vis, de grootte van deze vis en de kwaliteit hiervan (accumulatie van gifstoffen). De aantallen broedparen worden voornamelijk beïnvloed door het aanwezige geschikte broedbiotoop. In Nederland, met name op de Waddeneilanden, is in beperkte mate nog steeds broedbiotoop aanwezig, maar deze is ongeschikt door een te hoge recreatiedruk. Tevens kan een te laag voedselaanbod in de kustzone tot gevolg hebben dat minder Grote Sterns tot broeden komen. Als dit incidenteel is, heeft dit geen effect op de totale populatie-omvang, daar Grote Sterns net als

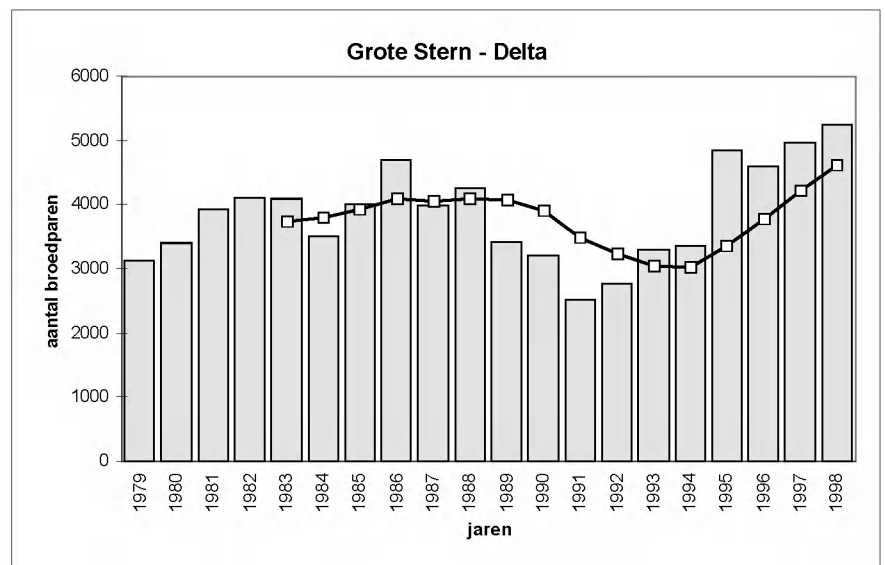
andere zeevogels lang leven. Deze vogel overwintert in Afrika en aantallen in Nederland kunnen worden beïnvloed door de situatie daar. Daarom moeten structurele veranderingen altijd verder worden onderzocht om de ware oorzaak te achterhalen.

Trend en huidige situatie

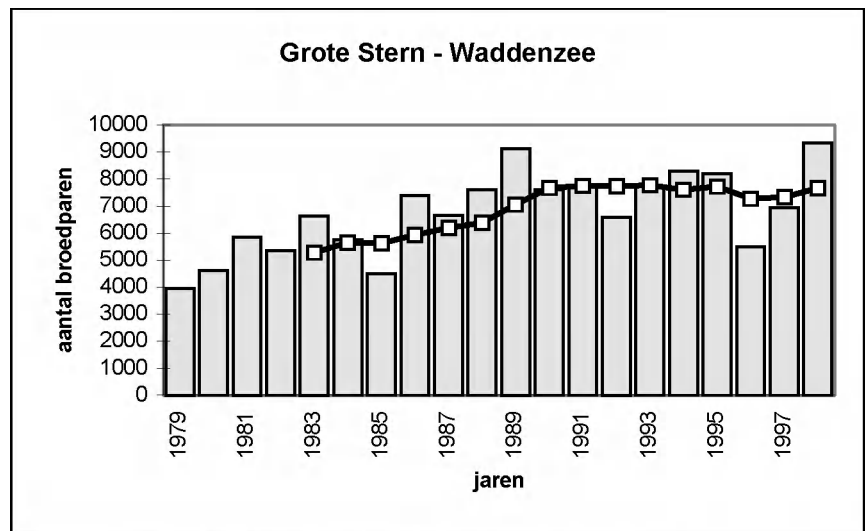
Uit Stone *et al.* (1995) blijkt dat Grote Sterns vrijwel uitsluitend langs de kusten worden gezien. Het verspreidingsbeeld hangt samen met de aanwezigheid van broedkolonies. Buiten de broedtijd verblijft de soort meestal in grote groepen op zee.

In de onderstaande figuur is de trend aangegeven van de aantallen broedparen van de Grote Stern in het Deltagebied. De trend vertoont een duidelijke dip in 1991. Deze dip wordt grotendeels veroorzaakt doordat een deel van de "Deltapopulatie" in België, in het bijzonder in Zeebrugge, is gaan broeden. Na 1994 namen de aantallen in Zeebrugge weer af. Een deel van de broedvogels verplaatste zich weer naar het Deltagebied, maar het bleek ook dat de totale Deltapopulatie begon te groeien (Meininger *et al.*, 1999). Eind jaren negentig bestaat de Deltabroedpopulatie uit circa 4500 vogels. Dit is meer dan de RAMSAR-1%-norm (Rose en Scott, 1994).

Het verloop van de aantallen broedparen Grote Sterns in de Waddenzee vertoont een zwak stijgende lijn met een dip in 1996. Deze dip wordt mogelijk verklaard door een te gering visaanbod (haringachtigen), waarschijnlijk als gevolg van natuurlijke fluctuatie. De meeste volwassen vogels slaan het broeden dan een jaartje over, maar jonge Grote Sterns proberen het gewoon (Stienen & Brenninkmeijer, 1997)



Figuur 4.6.5.1: Trend in de aantallen broedparen Grote Stern in het Deltagebied over de jaren 1979-1998.



Figuur 4.6.5.2: Trend in de aantallen broedparen Grote Stern in de Waddenzee over de jaren 1979-1998 .

4.6.6 Indicatorsoort Dwergstern (*Sterna albifrons*)

kustzone; onbegroeid dynamisch broedbiotoop

Relevantie

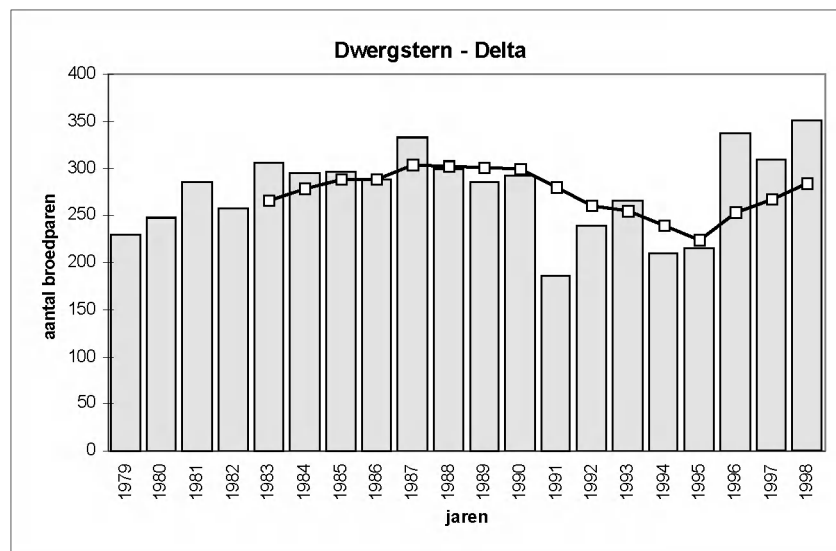
Dwergsterns foerageren bij voorkeur in helder, ondiep, voedselrijk en niet te snel stromend water op kleinere vissoorten (Cramp, 1985) en zijn daarmee een graadmeter voor de kwaliteit van de foerageergebieden in de kustzone van de Noordzee. De soort broedt meestal in kleine kolonies op kale of vrijwel onbegroeide terreinen. De Dwergstern is een graadmeter voor de mate van (natuurlijke) dynamiek, gepaard aan rust en is kenmerkend voor habitats waar de vegetatie wordt geremd door milieudynamiek onder invloed van zout water, zoals strandvlakten, primaire duinen en schelpenrijke hoge platen. Tevens is de soort een graadmeter voor de mate van verstoring. Een groot deel van zijn natuurlijke biotoop is in Nederland nog steeds aanwezig, maar de soort kan hier niet meer succesvol broeden door overmatige menselijke verstoring.

De Dwergstern staat bekend als opportunistisch en weet geschikte broedgebieden dan ook snel te vinden. Een voor deze soort afgestemd beleid zal daarom snel een toename in het aantal broedparen teweeg brengen. Echter, een structurele toe- of afname in het aantal Dwergsterns zal altijd moeten worden onderzocht om de ware oorzaak te achterhalen. Een aantalsafname in het verleden bleek bijvoorbeeld te liggen aan het verschijnen van meer geschikt broedgebied in België, waardoor een deel van de Nederlandse broedpopulatie verdween.

Trend en huidige situatie

De Dwergstern is een zeer schaarse broedvogel (400 paar), waarvan verreweg de meeste in het Deltagebied broeden. Dit is meer dan de RAMSAR-1%-norm (Rose en Scott, 1994).

De toenemende trend zoals die tot het eind van de jaren tachtig uit figuur 4.6.6 blijkt, moet worden beschouwd als een herstel van de populatie, die halverwege de jaren zestig een dieptepunt bereikte van 20-30 paar als gevolg van vergiftiging.



Figuur 4.6.6: Trend in de aantallen broedparen Dwergstern in het Deltagebied over de jaren 1979-1998

4.6.7 Indicatorsoort Zeekoet/Alk (*Uria aalge/Alca torda*) offshore; duikende viseter

Relevantie

Zeekoet en Alk zijn vanuit een vliegtuig niet van elkaar te onderscheiden. De verspreiding van beide soorten op zee is daarom gezamenlijk beschreven. Zeekoeten en Alken komen alleen als overwinteraar en doortrekker voor op het offshore gedeelte van de Noordzee (dieper dan 20 meter). De Nederlandse populatie omvat maar een klein deel van de totale populatie. Zeekoet/Alk kan een graadmeter zijn voor de beschikbaarheid van pelagische vis in het offshore gedeelte van de Noordzee. Wanneer trends bekend zijn over het voorkomen van deze vogels kunnen de aantallen met olie besmeurde vogels aan de kust een graadmeter zijn voor de mate van olievervuiling.

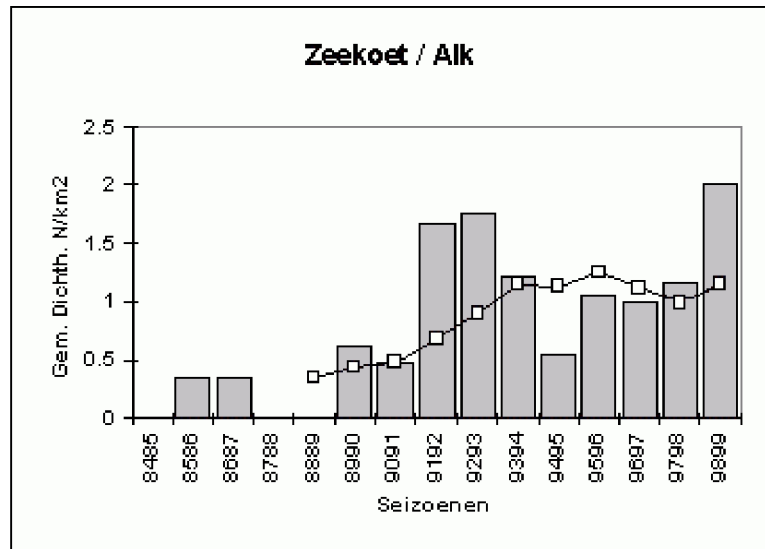
Zeekoeten/Alken leven net als alle andere zeevogels relatief lang en hebben een lage reproductie en een laag sterftecijfer. Groei van de totale populatie zal pas na jaren merkbaar zijn. Daarom moeten aantalsfluctuaties over het algemeen beschouwd worden als verspreidingsverschuivingen en niet als gevolg van veranderingen in totale populatie-aantallen. Daar komt bij dat zeevogels zeer mobiel zijn en dat zij gemakkelijk afstanden van tientallen kilometers overbruggen. In tegenstelling tot de begrenzing tussen het offshore gedeelte van het NCP en de kustzone, is de begrenzing van het NCP geen ecologische grens. Aantallen Zeekoeten/Alken in het offshore gedeelte van het NCP kunnen veranderen door "lokale" bewegingen van deze vogels. Maar een klein deel van de totale populatie Zeekoeten en Alken overwintert in het Nederlandse deel van het NCP. De vogels broeden niet in Nederland en de aantallen kunnen jaarlijks sterk fluctueren door oorzaken buiten Nederland.

Desondanks is het aantal Zeekoeten/Alken offshore een indicatie voor de aanwezigheid van voldoende kleine vis in de winter. Bij een structurele toename van het aantal Zeekoeten/Alken kan de conclusie worden getrokken dat er meer vis kan worden bemachtigd. Echter, bij een structurele afname van deze vogels moet worden onderzocht of dit ligt aan andere oorzaken bijvoorbeeld in broedgebieden, aan olierampen of inderdaad aan de voedselsituatie in het Nederlands deel van het NCP.

Door de combinatie hoge leeftijden, trage reproductie en lage sterftcijfers kan de invloed van sterfte door antropogene invloeden, zoals olieverontreinigingen en verdrinking in visnetten, op de totale populatie-omvang aanzienlijk zijn.

Trend en huidige situatie

Beide soorten foerageren vooral op in scholen levende pelagische vis zoals Sprot *Sprattus sprattus*, Haring *Clupea harengus* en verschillende soorten zandspiering *Ammodytes spec.* Zeekoeten eten grotere prooien dan Alken, waarbij niet de lengte maar de hoogte van de vis bepalend is. Zeekoeten eten vis tot 40 mm hoog, Alken nemen vis tot 32 mm (Swennen & Duiven, 1977). Beide soorten duiken vanaf de oppervlakte naar hun prooien. Alkachtigen kunnen hierbij diepten van meer dan 100 meter bereiken.



Figuur 4.6.7: De gemeten gemiddelde dichtheden Zeekoet/Alk voor het offshore gedeelte van het NCP (dieper dan 20 meter) voor de periodes augustus tot en met mei over de jaren 1984-1999.

Uit de figuur blijkt dat de Zeekoet/Alk op het NCP behoorlijke ontwikkelingen heeft meegemaakt. De gemiddelde dichtheden zijn gestegen van circa 0.4 per /km² in de jaren tachtig tot 1 - 2 per /km² in de jaren negentig. In 1998 werd het jaarmaximum in oktober vastgesteld van meer dan 300.000 vogels. Zeekoeten en Alken leven van kleine vissen in de Noordzee. Door de intensieve visserij is de gemiddelde vislengte afgenomen, wat een positieve invloed heeft op de vogels.

4.7 Populatie zeezoogdieren

Uit: Baptist (1999b).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

De meest voorkomende zeezoogdieren langs de Nederlandse kust zijn de Gewone zeehond en de Bruinvis. Zeehonden zijn bij de Nederlanders het meest bekend door de nadruk die er bij de natuurbeschermers op deze dieren gelegd wordt, speciaal in de Waddenzee. Op de Noordzee komen zeehonden vooral langs de kust voor, speciaal in de buurt van zandbanken waar zij kunnen rusten. De Grijze zeehond wordt alleen in de Waddenzee geteld en geeft daardoor geen informatie over de Noordzee. Bruinvissen komen op het hele Noordzee voor. De genoemde zeezoogdiersoorten zijn viseters en daarmee toppredatoren in de voedselketen. Door deze functie in het ecosysteem zijn zij gevoelig voor het voedselaanbod en veront-

reinigingen, aangezien accumulatie van stoffen in het systeem bij deze dieren de hoogste waarden opleveren.

Indicatorsoorten

Voor de graadmeter populatie zeezoogdieren worden twee indicatorsoorten gebruikt:

- Bruinvis
- Gewone zeehond

4.7.1 Indicatorsoort Bruinvis (*Phocoena phocoena*)

Relevantie

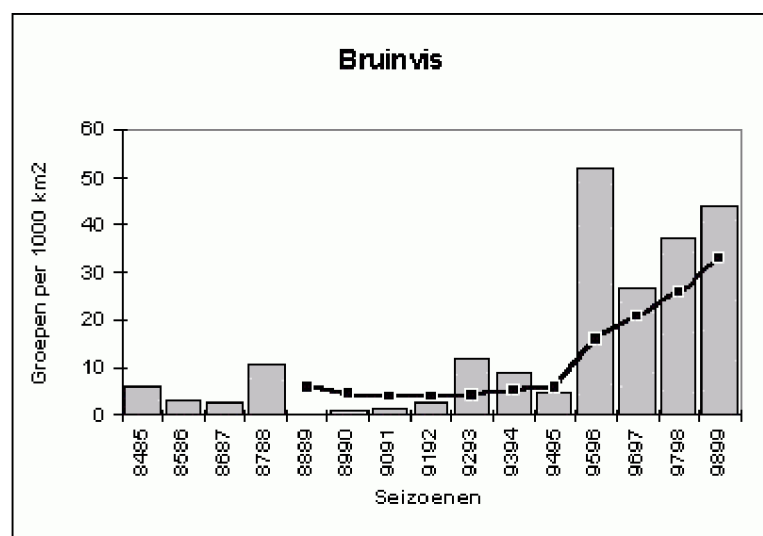
Vanuit het water- en natuurbeleid zijn meer in de Noordzee levende Bruinvissen gewenst. In Europa geniet de Bruinvis bijzondere bescherming onder het "ASCOBANS"-verdrag (1994).

Bedreigingen voor Bruinvissen zijn vervuiling (accumulatie van microverontreinigingen, met name PCB's), beschikbaarheid voedsel, verstoring door geluid en verdrinking in visserijnetten. De Bruinvis is als toppredator indicatief voor het functioneren van het ecosysteem: gaat het goed met de Bruinvis, dan kan worden aangenomen dat het ook goed gaat met het ecologisch functioneren van het NCP.

Trend en huidige situatie

De Bruinvis is de kleinste walvisachtige in de Noordwest-Europese wateren en is in de Noordzee het meest algemene zeezoogdier. Bruinvissen komen voor tot in zeer ondiepe kustwateren, alwaar ze zich kunnen voortplanten. Het aantal Bruinvissen is in de jaren 1945-1970 sterk afgenomen, vermoedelijk door een combinatie van factoren, zoals vermindering van de voedselbeschikbaarheid, belasting van het voedsel met organische microverontreinigingen (met name PCB's), verdrinking in vistuigen en verstoring door geluid. Vanaf 1990 echter is het aantal Bruinvissen op het NCP weer sterk toegenomen.

Bruinvissen komen wijd verspreid over de Noordzee voor, maar de aantallen variëren gedurende het jaar en door de jaren heen. In het noordelijk deel van het NCP (het Friese Front en verder noordelijk) zijn Bruinvissen het hele jaar door algemeen. In de kustzone vanaf IJmuiden en verder langs de Waddeneilanden kunnen Bruinvissen in de winter in vrij hoge aantallen worden waargenomen en ten zuiden van het Friese Front, inclusief de zuidelijk Kustzone en Voordelta, zijn Bruinvissen het hele jaar door schaars.



Figuur 4.7.1: het aantal groepen Bruinvissen per 1000 km² over de jaren 1984 - 1999.

In de laatste jaren zijn maximale dichtheden gemeten van meer dan 0,4 Bruinvis per km², hetgeen globaal overeenkomt met 20.000 dieren. Dit heeft slechts betrekking op het waargenomen aantal Bruinvissen. Aangezien een onbekend deel van de populatie tijdens de waarnemingen onzichtbaar is, kunnen de werkelijke aantallen hoger liggen.

4.7.2 Indicatorsoort Gewone zeehond (*Phoca vitulina*)

Relevantie

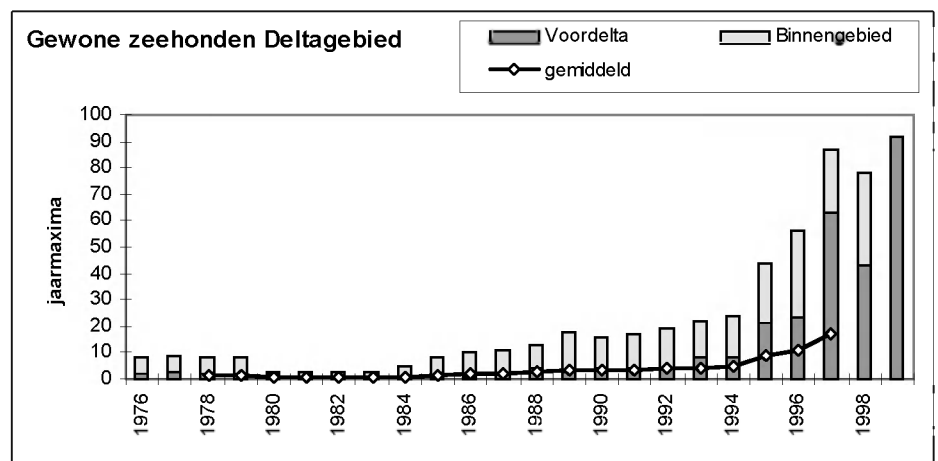
Het verspreidingsgebied van zeezoogdieren geeft samen met de populatiedynamische kenmerken van deze dieren een beeld van de ecologische kwaliteit van het Noordzee-ecosysteem.

Gewone zeehonden zijn gevoelig voor verstoring als gevolg van recreatie, verlies aan (dynamisch) habitat en accumulatie van microverontreinigingen, met name PCB's. Het areaal rustgebied voor de Gewone zeehond is een indicatie voor de mate waarin verstoring van de rust in het leefgebied van de zeehonden optreedt als gevolg van de recreatie.

Trend en huidige situatie

De Gewone zeehond is in het verleden sterk in aantal afgenomen vermoedelijk vanwege bejaging en de vervuiling met microverontreinigingen, met name PCB's. Sinds 1961 is de jacht gestopt en de vervuiling is sinds de jaren zeventig sterk afgenomen. Waarschijnlijk door vervuiling met PCB's werd pas begin jaren tachtig een herstel zichtbaar. Sindsdien is de populatie gegroeid (figuur 4.7.2). Maar op termijn is het waarschijnlijk dat er keuzes gemaakt moeten worden of dat er anders conflicten zullen ontstaan als gevolg van het toenemend menselijk gebruik van gebieden en de groei van de zeehondenpopulatie (Brasseur & Reijnders, 1997).

Op het NCP komen Gewone zeehonden voor in de Voordelta, op de Noorderhaaks en verspreid over kust en zee. Alleen de aantalsontwikkelingen van Gewone zeehonden op reguliere rustplaatsen in de Voordelta kunnen worden weergegeven. Thans bestaat de populatie Gewone zeehonden in de Voordelta uit maximaal 90 dieren (figuur 4.7.2).



Figuur 4.7.2: De waarnemingen van Gewone zeehonden op reguliere rustplaatsen in de Voordelta.

4.8 Structuur fytoplankton

Uit: Philippart & Herman (1998) en Kabuta (1999b).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Het fytoplankton wordt voor een groot gedeelte gestuurd door de in het water aanwezige nutriënten en het lichtregime. Daarbij zijn niet alleen de concentraties van de nutriënten van belang, maar ook de verhouding waarin zij voorkomen. Vooral de verhouding tussen stikstof (N) en fosfor (P) is van belang. De verhouding N:P=16:1 blijkt in algen voor te komen en wordt als standaardwaarde aangenomen. De ratio is in de Noordzee in de laatste jaren door de P-reductie op het land verschoven naar een verhouding in de richting van hogere waarden. Hierdoor kan de N:P-ratio oplopen naar waarden als 50:1. Dergelijke verhoudingen blijken de soortensamenstelling van het fytoplankton te veranderen en de bloei van plaagalgen te bevorderen. Het voorkomen van de plaagalgen *Phaeocystis* en *Noctiluca* met hoge biomassa's tijdens bloeiperioden kunnen bronnen zijn van zuurstofloosheid, schuimvorming op het strand en verminderde productiviteit van het bodemleven. Andere algensoorten verstoren doordat zij toxines (giftige stoffen) afscheiden. Het gaat dan vooral om soorten uit het geslacht *Dinophysis*. Op internationaal niveau heeft dit probleem geleid tot het besluit van de Noordzeeministers om de stikstof- en fosfaatbelasting op de Noordzee te halveren. Dit verdrag is in de tweede "North Sea Ministers Conference" (1987) bekrachtigd.

Indicator

Als indicator wordt de N:P-ratio gebruikt. Veranderingen in de hoofdgroepen van fytoplankton kunnen op drie manieren bekeken worden. De verhouding in dichtheden tussen flagellaten en diatomeeën, de lengteverdeling van het fytoplankton en de lengte van de bloei van de plaagalgen. Alle drie de veranderingen in het fytoplankton kunnen door een verandering in de verhouding tussen N- en P-gehaltes gesignaleerd worden. Aanvullend moet aangegeven worden of N (eventueel P) in overmaat aanwezig is. Dit is belangrijk omdat de algen in een verzadigingsituatie anders reageren op de N:P-ratio dan in een tekortsituatie. Verzadiging treedt op bij een DIN-concentratie van 30 µmol/l in de kustzone en 20 µmol/l offshore (Leliveld, 1999).

Gegevens verzameling en verwerkingsmethodiek

De verschillende N- en P-fracties worden in het standaard meetprogramma van Rijkswaterstaat (MWTL) gemeten. De frequentie varieert van één maal per week tot één maal per maand. Er zijn 19 locaties op de Noordzee. Gewerkt wordt met de mediane waarden van de winter (maanden: december, januari en februari) en in de zomer (maanden: juni, juli, augustus).

Ontwikkelingen in de afgelopen jaren

In de figuren zijn de veranderingen in de seizoenswaarden van N:P in de drie deelgebieden voor de periode 1990 -1998 weergegeven. De waarneembare variaties in de gehalten en de verhoudingen van de DIN (de fractie opgelost anorganisch stikstof in het water) en DIP (de fractie opgelost anorganisch fosfor in het water) zijn veroorzaakt door een aantal fysische en biologische processen in de Noordzee. In de winter is de invloed van biologische processen (opname van voedingsstoffen door algen) minimaal. De variatie in de opname van voedingsstoffen door algen heeft vooral te maken met de biologische processen van de productie en afbraak van organische materiaal in de DIN-cyclus. Deze variaties zijn in een soortgelijke studie door de Vries et al (1998) in de Westerschelde, de Waddenzee en Kustzone waargenomen. Voor de algen blijft er een continue situatie bestaan van een verzadiging voor het DIN.

Tijdens de lente- en in de zomerbloei zal naast denitrificatie de N worden gebruikt door de algen en zal het gehalte aan N in de waterfase dalen. Als de afbraak groter wordt dan de productie zal het N-gehalte weer stijgen. Afhankelijk van andere factoren als transporten, licht, temperatuur en zwevend stof zullen ruimtelijke gra-

diënten in de Noordzee ontstaan. De DIN:DIP- en N:P-ratio zijn in de zomer hoger in de kustzone (0 - 20 km vanaf de kust) dan in de open zee (>20 km).

Na de zomerbloei daalt de zuurstofvoorraad in de bodem door biologische afbraak op de zeebodem. Dit afbraakproces veroorzaakt de stijging van het gehalte van de P-fractie in de DIP cyclus. De DIP is sterk afhankelijk van desorptie en absorptie. In de winter neemt door lage temperatuur en minder afbraak het zuurstofgehalte toe op de bodem. Daarbij neemt het absorptievermogen van P toe. Een gevolg daarvan is de daling van het gehalte aan P in de waterkolom

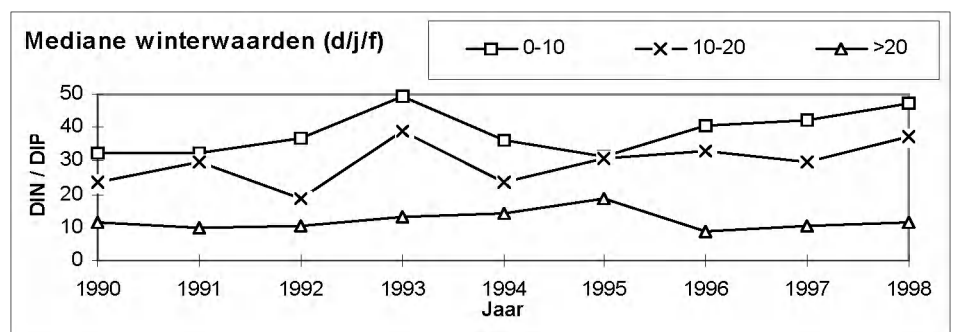
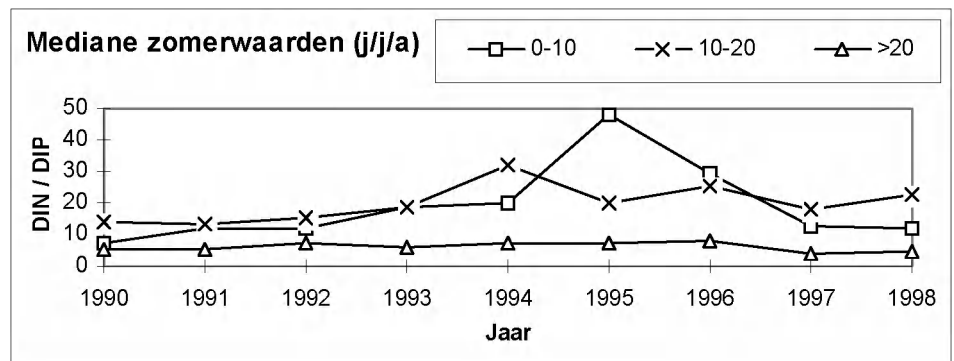
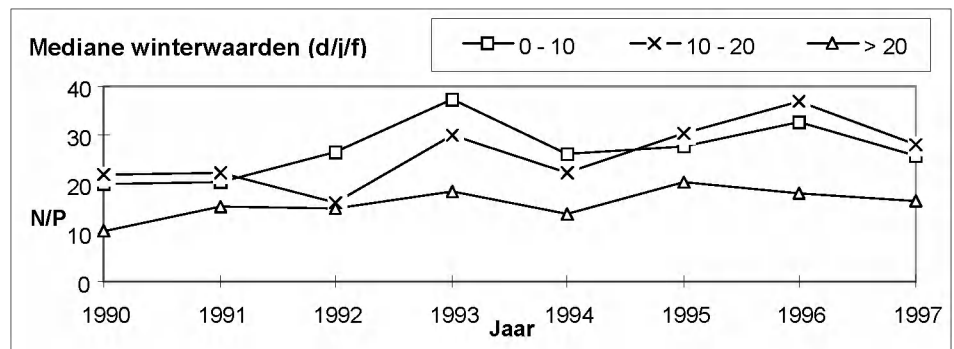
Ruimtelijke verschillen in de DIN- en DIP-gehalten

In de zomermaanden zijn de gehalten aan DIN en DIP het hoogst in het 10-20 km deelgebied dan in het 0-10 km gebied. De DIN en DIP gehalten in het gebied > 20 km hebben de laagste waarden in de hele periode getoond.

Huidige toestand

Het terugdringen van de nutriëntenbelasting van de Noordzee is succesvol voor P, maar heeft nog niet geleid tot vermindering van de N-belasting. De algen bevinden zich dus steeds in een verzadigingssituatie voor DIN.

De N:P-ratio in de hele Noordzee is in de periode 1992 - 1998 geleidelijk omhoog gegaan. De ratio in de offshore is het laagste in vergelijking met de andere gebieden. In alle drie de deelgebieden is een verrassende verhoging van de N:P-ratio in de zomer van 1996 gevolgd door een daling tot en met 1998.



Figuur 4.8.1: De mediane winterwaarden van de N/P-verhouding en de mediane zomer- en winterwaarden van DIN/DIP-verhouding op verschillende afstanden van de kust.

4.9 Structuur macrozoöbenthos

Uit: Holtmann (1999) en Lavaleye (1999).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Organismen, zowel planten als dieren, kunnen op verschillende manieren bronnen in het ecosysteem benutten. De ene manier is in korte tijd veel gebruiken en snel groeien, waarna de bron is uitgeput of verstoring de omgeving heeft aangetast en er sterfte optreedt. Deze strategie vraagt van het organisme dat er snel veel jongen geboren kunnen worden en dat de populatie snel kan groeien. In het algemeen worden dergelijke organismen niet oud en leven zij in dynamische milieus. Dit worden r-strategen genoemd. De andere strategie bestaat uit het produceren van weinig nakomelingen, die meestal redelijk groot geboren worden. De populatie groeit relatief traag en herstelt na een verstoring slechts langzaam. De organismen worden relatief oud en zijn in staat slechtere perioden te overleven. Zij komen vooral voor in minder variabele milieus. Dit worden K-strategen genoemd.

De verhouding van r-strategen en K-strategen zegt iets over de toestand van het systeem. Als de soortenverhouding r/K hoger wordt, dan is er een verschuiving opgetreden naar meer dynamiek of meer verstoring van het systeem. Voor macrozoöbenthos worden de verwachte veranderingen veroorzaakt door vervuiling, door visserij en daarmee samenhangende verandering in de morfodynamiek. De morfodynamiek kan ook veranderen door grootschalige aanleg van kustuitbreidingen of eilanden in zee en door zandwinning. Hiermee is de beleidsrelevantie aangegeven.

De morfologisch zeer dynamische Zuidelijke Bocht en de Voordelta hebben een relatief lage diversiteit aan benthossoorten, terwijl ook de biomassa ervan relatief laag is ten opzicht van de relatief stabiele noordelijke helft van de Noordzee. In de kustzone zijn enkele dominante soorten aanwezig en op het Friese Front en de Oestergronden zijn hoge dichtheden aan meiobenthos gevonden.

In het natuurbeleid is het streven om te komen van kortlevende soorten als de Zeester naar zich langzaam voortplantende benthossoorten zoals de Noordkromp. Bovendien is het behoud van gebiedsgebonden soorten aangewezen als een belangrijke streefbeeld.

Indicator

De indicator voor deze graadmeter is de verhouding van r- en K-strategen in de macrozoöbenthosgemeenschap. Hier wordt de macrozoöbenthosfauna ingedeeld naar kortlevende soorten (r-strategen) en langlevende soorten (K-strategen). De verdeling is te zien als een glijdende schaal waarlangs de verschillende soorten aan de hand van de gerelateerde kenmerken geplaatst kunnen worden.

Gegevensverzameling en verwerkingsmethodiek

Macrozoöbenthos wordt één maal per jaar verzameld op een honderdtal locaties in het kader van standaard monitoringprogramma van Rijkswaterstaat (MWTL). Aan de hand van deze gegevens kan de r/K-ratio worden uitgerekend.

Ontwikkelingen in de afgelopen jaren (trends)

De ontwikkelingen van de r/K-ratio van de macrozoöbenthos in de tijd (1991 - 1998) op het Noordzeegebied is aan de hand van de vier deelgebieden weergegeven (zie fig. 4.9.1 Holtmann, 1999).

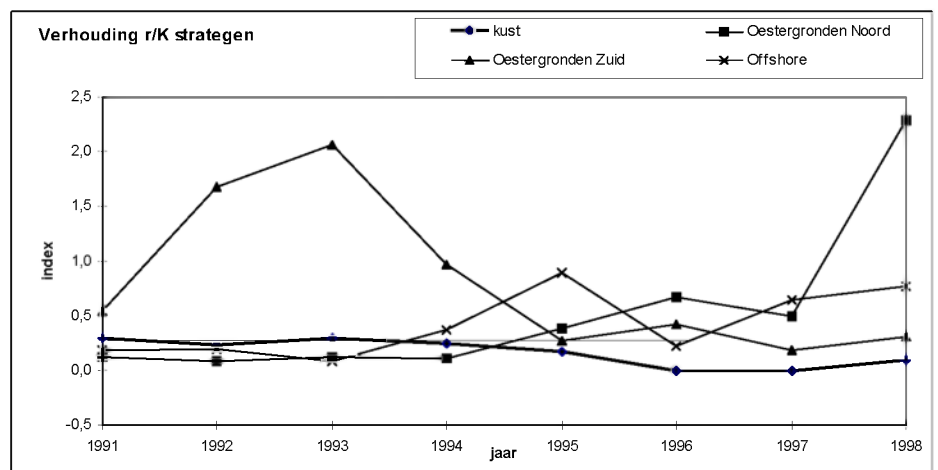
- (a) *Oestergronden (noord)* is in de periode 1991- 1997 een lage r/K ratio gevonden, terwijl in 1998 een significant hogere r/K-ratio is gevonden. Dit duidt op een verschuiving van soorten met een K-strategie in de richting van r-strategen.

Dit gebied is in vergelijking met de andere deelgebieden in de Noordzee de meest stabiele en toont een hoge diversiteit. De voorkomende dominante soorten zijn diverse schelpdieren, polychaeten, echinodermen en decapoden.

- (b) *Oestergronden (zuid)*- de r/K ratio in 1991 - 1993 is vrij hoog en in tegenstelling tot het noorden is er juist een negatieve trend te zien tussen 1993 - 1998. De K-strategen schijnen dus toe te nemen. De zuidelijke rand van de Oestergronden en de Doggersbank zijn gekarakteriseerd als vrij divers met gemiddeld 30 - 35 soorten, hetgeen duidt op een stabiel milieu.
- (c) *Offshore gebied* - de r/K -ratio laat zien dat er weinig veranderingen van de structuur van de macrozoöbenthosgemeenschap in dit gebied heeft plaatsgevonden in de periode 1991 - 1998. Er wordt een wat grotere spreiding in de laatste vier jaren geconstateerd.
- (d) *Kuststrook*- de r/K -ratio ligt vrij laag in het kustgebied zonder duidelijke trend in de studieperiode 1991 - 1998. In 1996 zijn er alleen K-strategen in het kustgebied gevonden en ligt de ratio in dit jaar op nul. Het kustgebied heeft hoge dichtheden van polychaeten en op sommige locaties komen grote schelpenbanken voor. Aan de andere kant zijn er weinige Amphipoda of kleine Polychaeta (r-strategen) te vinden.

De graadmeter en de huidige toestand

Vanuit bestaande monitoringsprogramma's in de Noordzee zijn ruimtelijke variaties in het voorkomen van kortlevende (r) soorten en het verdwijnen van langlevende (K) soorten geconstateerd. Het verdwijnen en de verspreiding van gebiedskenmerkende soorten door fysieke veranderingen in het ecosysteem zijn gerapporteerd. Effecten van diverse menselijke gebruiksvormen (visserij, zandwinning, schelpwinning, eutrofiëring enz.) op het ecosysteem hebben directe of indirecte invloed op de macrozoöbenthosgemeenschap. Bovendien hebben de veranderingen in het klimaat en bodemsamenstelling een herkenbare invloed op het bentische ecosysteem.



Figuur 4.9.1: De verhouding r/K-strategen van het macrozoöbenthos in verschillende gebieden van de Noordzee

4.10 Structuur visgemeenschap.

Uit: Lanthers (1999) en Piet, Van Duin & Heessen (1998).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeter

Karakteristieken van populaties, zoals aantallen, grootteverdeling, verspreidingsgebied, geboorte- en sterftcijfer, worden bepaald door de interactie tussen organismen onderling en met hun omgeving. Op het niveau van de levensgemeenschappen zijn alle onderliggende niveaus en hun interacties verdisconteerd. Nadeel is dat de veranderingen in de toestand van de levensgemeenschappen als graadmeter vanwege de complexiteit van de interacties moeilijk interpreteerbaar is en vrijwel niet te verklaren uit de veranderingen in de afzonderlijke relaties. Als beleidsinstrument is de grootteverdeling een beter kenmerk dan de soortensamenstelling, omdat de toestand daarvan direct samenhangt met één van de belangrijkste gebruiksfuncties van de Noordzee: de visserij.

Indicator

Voor vissen geldt dat er gedurende hun ontwikkeling grote verschillen optreden in morfologisch- en gedragskarakteristieken, die van invloed zijn op bijvoorbeeld de keuze van voedsel of habitat. Daarom zijn er twee structuurkenmerken van belang op het niveau van de visgemeenschap: de soortensamenstelling en de grootteverdeling.

Voor de structuur van de visgemeenschap is oorspronkelijk ook uitgegaan van een r/K-ratio, zoals bij de macrozoöbenthosstructuur. Het probleem hierbij is de keuze van soorten die als specifieke r- of als K-strategen vallen te kenmerken. Daarom is er gekozen voor een andere benadering. Er blijken een aantal onderling min of meer gekoppelde populatie-dynamische parameters te formuleren te zijn, waarvan als indicator de volgende parameter is gekozen: de gewogen gemiddelde lengte gebaseerd op het vangstgewicht van de visgemeenschap.

De gemiddelde maximale grootte van de vissen wordt als betrouwbare maat voor de verdeling van de r- en K-strategen beschouwd.

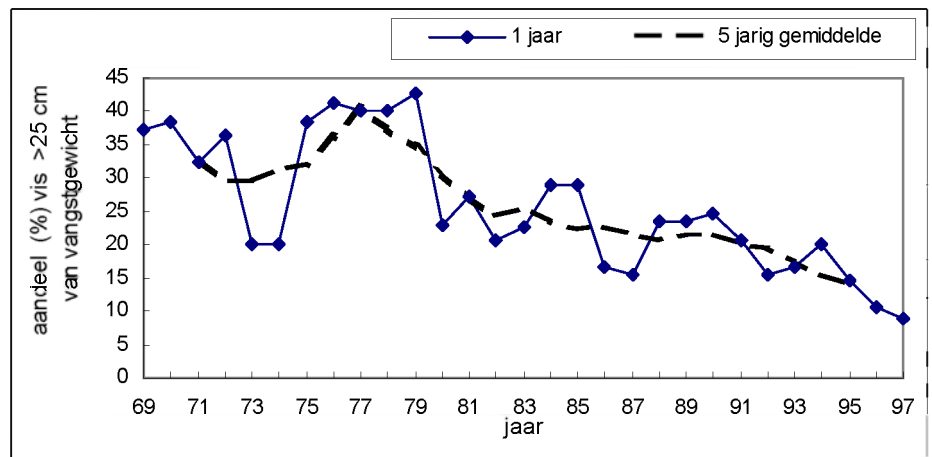
Gegevensverzameling en verwerkingsmethodiek

De index wordt bepaald door per jaar de gemiddelde lengte te nemen van iedere vissoort, die in bestandopnamen met onderzoeksvaartuigen gevangen is. Van deze gemiddelden wordt het totale gewogen gemiddelde berekend. De weging gebeurt aan de hand van de logaritmen van de vangstgewichten, waardoor de twee soorten die de vangst domineren (Schol en Schar) minder aan de weging bijdragen en soorten die weinig voorkomen wat worden versterkt. Verandering van de index geeft een verandering in de structuur van de visgemeenschap aan. Aangezien de index de gemiddelde lengte beschouwt, zal een verlaging betekenen dat er minder grote vissen zijn, wat weer op verstoring duidt. De vissen krijgen immers geen kans meer tot volle wasdom te komen. Vervolgens kan dan worden nagegaan waar deze verandering door veroorzaakt wordt.

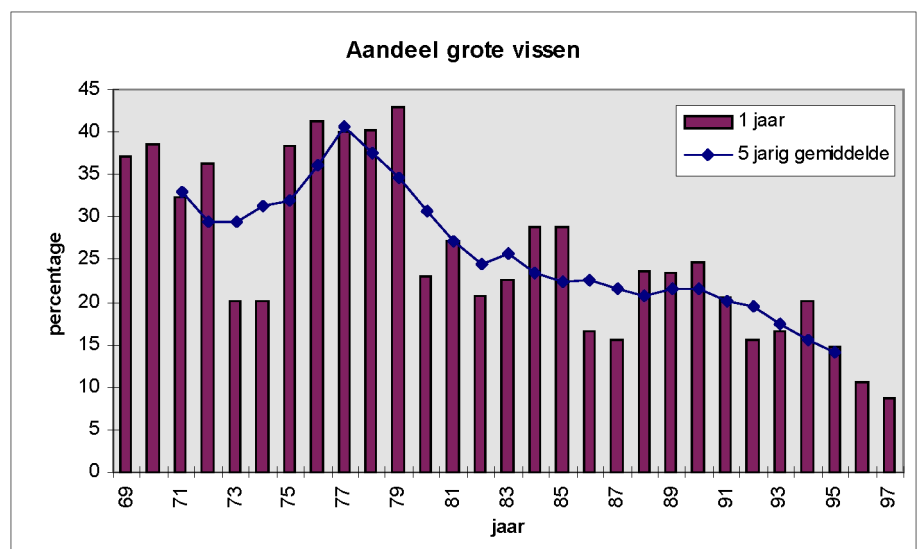
Recente ontwikkelingen en huidige toestand

Voor 1997 is de waarde van deze indicator ± 46 terwijl een conservatieve referentiewaarde 58 bedraagt. (zie fig. 4.10.1). Deze trend toont dat de r-strategen, die beter zijn aangepast aan verstoringen, een grotere rol spelen in de structuur van de visgemeenschap.

Het gemiddelde gewicht van de gevangen vissen is in de afgelopen 25 jaar sterk afgenomen van ongeveer 50 gram in 1970 tot 32 gram in 1995. Vanaf het eind van de jaren zeventig is er een duidelijke en significante afname van het aandeel grote vissen in de totale visbiomassa te constateren. (zie fig. 4.10.2). De gepresenteerde gegevens gelden voor een survey (SNS) die voornamelijk in de kustzone heeft plaatsgevonden, grotendeels in het Nederlands deel van de Noordzee maar ook daarbuiten. Andere surveys laten vergelijkbare maar minder duidelijke trends zien. Selectie van vissen die alleen in de Nederlandse kustzone zijn gevangen, zullen eenzelfde trend laten zien.



Figuur 4.10.1: De ontwikkelingen in het gemiddelde gewicht van vissen in de periode 1969-1997, gebaseerd op gegevens van SNS-surveys.



Figuur 4.10.2: De ontwikkelingen in het aandeel van grote vissen (>25 cm) in de totale visbiomassa in de periode 1969-1975, gebaseerd op gegevens van SNS-surveys.

4.11 Primaire productie

Uit: Blauw (1999).

Relevantie en gevoeligheid van de graadmeters

Primaire productie wordt hier gedefinieerd als de aanmaak van organische stof in de vorm van algenbiomassa uit licht, koolzuur en water. Deze algenbiomassa is de basis van de voedselketen. De graadmeter "primaire productie" is gebruikt om de productiviteit in de verschillende delen van de Noordzee te beschrijven. Daarbij kan inzicht in het functioneren van delen van het ecosysteem gekregen worden. De groei van algen kan gerelateerd worden aan de beschikbaarheid van nutriënten. De gehalten aan beschikbare nutriënten (stikstof en fosfaat) in het midden van de tachtiger jaren is sterk toegenomen ten opzichte van het begin van deze eeuw. Dit heeft geleid tot verschillende milieuproblemen, die samen worden aangeduid als eutrofiëring. Een toename van de primaire productie kan tot hoge algenconcentraties in het water leiden en is één van de verschijnselen die gerelateerd is aan eutrofiëring.

Indicator

Metingen van de primaire productie zijn schaars en de gemeten concentraties aan chlorofyl-a, die gebruikt kunnen worden als indicatie van de primaire productie, vertonen een grote natuurlijke variabiliteit. Daarom wordt de graadmeter primaire productie met behulp van dynamische stroommodellering (GEM-Kuststrookmodel) ontwikkeld en weergegeven.

Gegevensverwerking

Als maat voor de primaire productie kan de concentratie chlorofyl-a genomen worden. Deze geeft in feite de concentratie werkzame stof aan voor de primaire productie.

De nutriëntenconcentratie, gestuurd door de rivierafvoer, en de meteorologische condities zijn variabelen, die een belangrijke sturende werking hebben. Dit, samen met de biologische interacties en transport met de watermassa's langs de kust, zorgt voor een grote mate van variatie in de metingen van het chlorofyl-a.

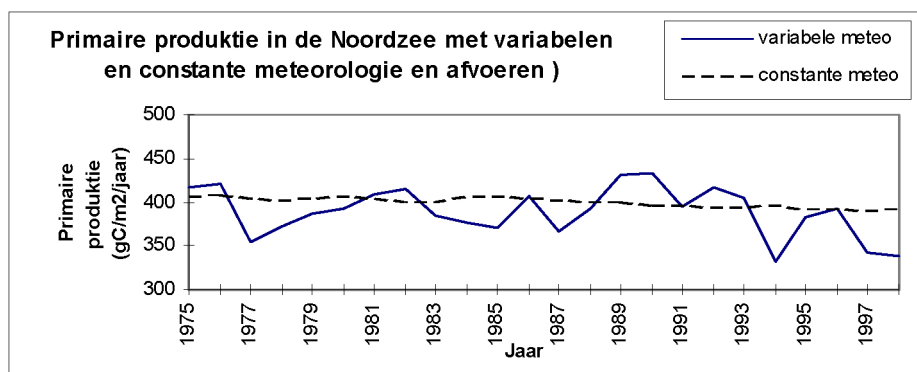
Om deze variatie eruit te filteren worden de chlorofyl-a metingen verwerkt met het GEM-Kuststrookmodel. (GEM = Generiek Ecologisch Model). Hierbij worden er twee verschillende berekeningen gedaan, nl. één met de actuele meteorologie en rivierafvoeren om het model te testen op betrouwbaarheid en één met een standaard referentiesituatie voor beide variabelen. Uit de laatste berekening komt dan een waarde, waaruit de ruis van meteorologie en nutriënten is gefilterd en die daardoor vergelijkbaar is met andere, op soortgelijke wijze met het model verkregen waarden.

Huidige situatie en recente ontwikkelingen

De meest recente berekeningen voor primaire productie zijn van 1998. De primaire productie over de periode 1975 tot en met 1985 in de Kuststrook van de Noordzee heeft geen duidelijke trend getoond. De nutriëntenconcentraties in dezelfde periode binnen de kustzone geven geen significant veranderingen te zien.

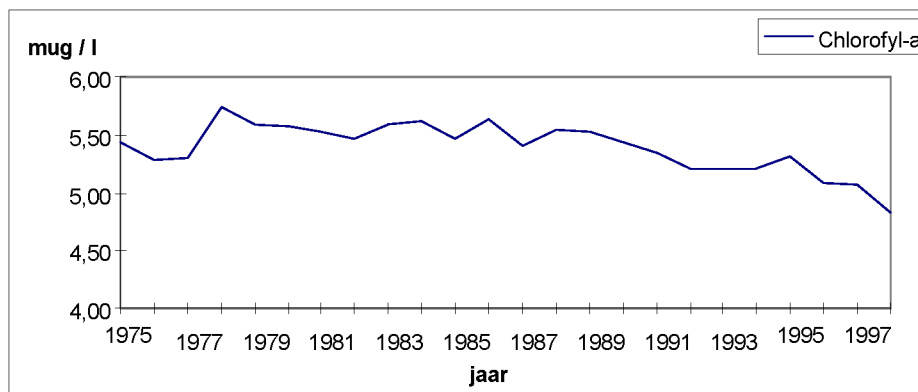
Primaire productie dicht bij de kust toont een afname en verder van de kust een toename. Er is geen duidelijk algemene trend in de algenconcentratie tussen 1975 - 1998. (Zie ook fig. 4.11.2). Algenconcentraties zijn in de winter in alle gebieden zeer laag. In de rest van het jaar zijn de concentraties hoger. De hoogste concentraties ontstaan in het voorjaar en de zomer. Op sommige gebieden komen een voorjaars- en najaarspiek voor in de algenconcentratie.

De indeling van de verschillende gebieden volgens het GEM-kuststrookmodel is als volgt: de kuststrook is ongeveer het gebied tussen de kustlijn en 20 km uit de kust. Het zeegebied is de daarop volgende strook van ongeveer 50 km breedte. De grens tussen het Zeeuwse gebied en de Hollandse kust ligt bij de Maasvlakte. De grens tussen de Hollandse kust en het Waddengebied ligt bij Petten.



Figuur 4.11.1: De primaire productie van de Noordzee volgens het GEM-Kuststrookmodel

Om een idee te krijgen van het verloop van de chlorofyl-a concentraties is het verloop daarvan in een aparte grafiek bijgevoegd.



Figuur 4.11.2: De chlorofyl-a concentratie van de Noordzee (met natuurlijke variabiliteit) volgens het GEM-kuststrookmodel

4.12 Toppredatoren

Uit: Duel et al. (1997) en Van Duin & Heessen (1998) en Baptist (1999a, 1999b).

Relevantie en gevoeligheid

Door hun plaats in de voedselketen zijn toppredatoren een belangrijke indicator voor een gezond en optimaal functionerend ecosysteem. De voedselbeschikbaarheid en de kwaliteit van het voedsel zijn in belangrijke mate sturend voor de populatieontwikkeling van toppredatoren.

In de voedselketen staan de toppredatoren aan het einde, waar de algen aan het begin staan. Door deze positie zullen storingen en veranderingen in het voorkomen en verdwijnen van andere soorten in het ecosysteem in deze groep het meest tot uiting komen. De voedselbeschikbaarheid en de kwaliteit van het voedsel zijn in belangrijke mate sturend voor de populatieontwikkeling van toppredatoren. Veranderingen die zich de afgelopen jaren hebben voorgedaan zijn b.v. een sterk gereduceerde populatie-omvang van de Grote stern in de jaren '60 door accumulatie van organische microverontreinigingen in deze dieren. Ook benthosetende vogels als de Eidereend hebben last van visserij op bodemdieren als Mossel, Kokkel en *Spisula*. Aan de andere kant zijn er ook vogels die profiteren van een verhoogde visserijdruk. Zilvermeeuwen profiteren van het afval dat van vissersschepen overboord wordt gezet (discard). Het aantal Zilvermeeuwen is hierdoor momenteel groter dan van nature verwacht zou mogen worden.

Beleidsmatig zijn de toppredatoren van belang. Door hun plek in de voedselketen zullen zij de effecten van menselijk handelen kunnen aantonen. Door de trage voortplanting en de hoge leeftijd die veel zeevogels en zeezoogdieren kunnen bereiken zullen zij echter niet snel reageren, dus ook niet snel herstellen. Indien er veranderingen optreden, dan zijn deze in het algemeen ingrijpend. Doordat menselijk handelen een belangrijke sturende werking heeft, zal een beleidsmatige sturing hier dan ook op gericht moeten zijn.

Indicator (soorten)

Als indicatoren worden de volgende soorten gebruikt:

- Kabeljauw; deze wordt sterk gereguleerd door de visserij (menselijk gebruik van de Noordzee). Eén maal per jaar worden de gegevens van de visserijsterfte en de paaibiomassa bepaald.

- Grote stern; een indicator voor de kwaliteit van de kustzone (broedbiotopen) en het Noordzee-ecosysteem. Bepaald wordt jaarlijks het aantal broedparen en het broedsucces.
- Bruinvis; een indicator voor de kwaliteit van het Noordzee-ecosysteem. Jaarlijks wordt de populatie-omvang op het NCP bepaald.
- Gewone zeehond; een indicator voor de kustzone en het Noordzee-ecosysteem. Jaarlijks wordt de populatie-omvang in de kustzone en de Voor-delta bepaald.

Alle vier deze soorten zijn op andere plaatsen als indicator binnen een graadmeter behandeld. Voor de Kabeljauw is dat de graadmeter 'populatie zoutwatervissen' in hoofdstuk 4.5. De Grote Stern wordt behandeld bij de graadmeter 'populatie kust- en zeevogels' in hoofdstuk 4.6.5. De Bruinvis en de Gewone zeehond zijn behandeld bij de graadmeter 'populatie zeezoogdieren' in hoofdstuk 4.7.

Ontwikkelingen en trends in de afgelopen jaren

De trends bij de Grote Stern (fig. 4.6.5 en 4.6.6), de Gewone zeehond (fig. 4.7.2) en de Bruinvis (fig. 4.7.1) zijn in de respectievelijke hoofdstukken gegeven. Kabeljauw wordt daarom in dit hoofdstuk gepresenteerd.

De paaibiomassa is vanaf 1981 tot en met 1985 constant gedaald. Pas de laatste jaren is er weer enige stijging zichtbaar, maar nog steeds bevindt het niveau zich onder het veilig geachte minimale paaibestand. De visserijsterfte schommelt al jaren tussen de 50% en 60%. Het voorkomen van Kabeljauw is, naast de visserijdruk, vooral bepaald door het voorkomen van sterke jaarklassen. Dat was b.v. het geval in de jaren '60.

4.13 Trofische structuur macrozoöbenthos

Uit: Holtmann (1999) en Lavaleye (1999).

Relevantie en gevoeligheid

Bij bodemdieren wordt een viertal verschillende vormen van voedselopname onderscheiden (zie de opsomming hieronder). Deze vormen worden kenmerkend geacht voor bepaalde vormen van voedselaanbod, waarbij dit aanbod door menselijk handelen kan worden beïnvloed. Aan de hand van de verdeling van soorten over deze vier typen voedselopname kan een index worden berekend, de Infaunal Trophic Index (ITI).

De index werd met verschillende andere graadmeters, zoals diversiteit, biomassa, dichtheid en de mate van sedimentatie van organisch materiaal vergeleken. Hieruit bleek dat de IT-index het meest gevoelig was voor veranderingen in de structuur van de macrozoöbenthosgemeenschap in vergelijking met de andere bovengenoemde graadmeters.

Indicator

Van alle macrozoöbenthossoorten wordt een selectie gemaakt van de soorten die tot één van de onderstaande groepen met een bepaalde voedingswijze behoren.

1. Suspension feeders: dieren die zich voeden met gesuspendeerd materiaal, dus in het water zwevend. Dit gebeurt met filtersystemen of met tentakels, waaiers, armen of een slijmnet.
2. Interface feeders: deze dieren kunnen het voedsel zowel uit het water als van de bodem halen.
3. Surface deposit feeders: soorten die zijn gespecialiseerd in het detritus (dood organisch materiaal) dat op de bodem ligt.

4. Subsurface deposit feeders: deze dieren leven van detritus dat in de bodem begraven is. Meestal passeert bij deze dieren een grote hoeveelheid sediment de darm.

Dus geen omnivoren, predators en herbivoren. Vervolgens vallen alle zeldzame soorten af. Uiteindelijk blijft er slechts een klein percentage van de dieren over, die in de berekening van de ITI worden meegenomen (Lavaleye, 1999). De IT-index wordt bepaald aan de hand van het totaal aantal gevonden soorten uit de selectie die tot één van de genoemde voedingswijzen behoren.

Verzamelen en verwerken van de gegevens

Als van iedere locatie of monster bepaald is welke dieren er in de index kunnen worden meegenomen, dan kan vervolgens de index worden berekend, volgens de volgende formule:

$$ITI = 100 - \left(\frac{100}{3} * \frac{(0n_1 + 1n_2 + 2n_3 + 3n_4)}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4} \right)$$

met:

$n_1..n_4$ = aantal individuen in groep 1, ..4.

De vermenigingsvuldigingsfactoren 0, 1, 2 en 3 zijn ingevoerd om een schaalverdeling te krijgen. Ligt de uitkomst in de buurt van de 100, dan zijn de suspension-feeders bij de geselecteerde soorten dominant en wordt het milieu geacht stabiel en weinig verstoord te zijn. In de buurt van de 0 zijn de subsurface deposit feeders dominant en doet zich waarschijnlijk een grote verstoring voor, waarschijnlijk door menselijke handelingen.

De ITI kan jaarlijks worden berekend vanuit het monitoringprogramma voor het macrozoöbenthos (MWTL). Hiertoe wordt voor ieder monster de index berekend, waarna per deelgebied de mediane waarde wordt weergegeven.

Ontwikkelingen in de afgelopen jaren en huidige toestand

In Fig. 4.13.1 staan de ontwikkelingen van de graadmeter trofische structuur macrozoöbenthos in de tijd (1991-1998).

Oestergronden (noord):

In het meest noordelijke deelgebied van het NCP zijn er in het algemeen vrij hoge IT-indices gemeten. Dat was vooral het geval in de jaren 1991-1993 en in mindere mate in de laatste onderzoeksjaren, waar een daling van de index te zien is. De laagste getallen van de IT-index zijn in dit deelgebied in 1997 gemeten.

Oestergronden (zuid):

In het zuidelijke deel van de Oestergronden zijn er tamelijk hoge getallen van de IT-index geregistreerd, maar deze zijn gemiddeld wel iets lager dan in het noorden. Bovendien is er een afname te zien in de jaren 1992-1994, maar is de IT-index tussen 1995 en 1998 vrij stabiel (65-74) gebleven in dit deelgebied.

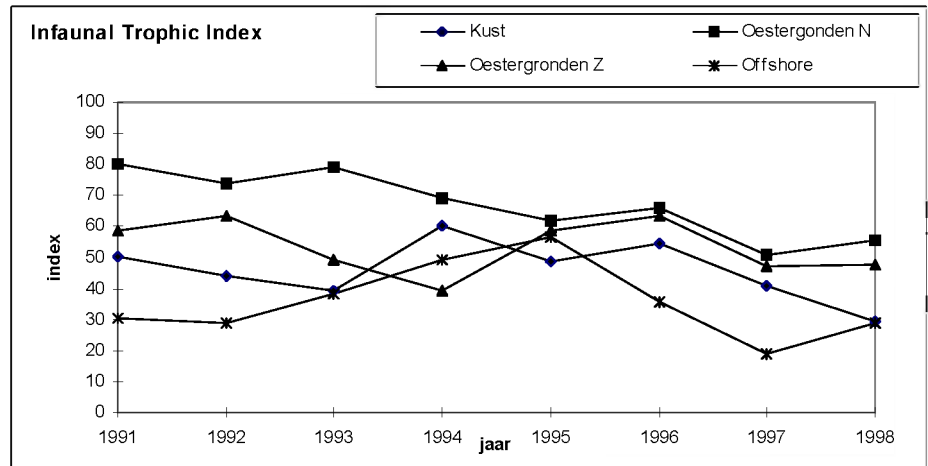
Offshore gebied:

In het Offshore gebied is in de jaren 1991/1992 gemiddeld een lage IT-index gevonden en is er na een toename van deze graadmeter tot 1995 in de laatste 3 jaar (1995-1998) weer een afname te zien.

Kustzone:

In het Nederlandse kustgebied is er de grootste spreiding van het IT-index gevonden van alle 4 deelgebieden. De daling van de index langs de kust tussen 1995 en 1998 komt redelijk overeen met de trend van het Offshore gebied.

Samenvattend kan worden geconcludeerd de IT-index in alle vier de deelgebieden duidt op een daling in de laatste jaren. Opvallend is ook dat de ontwikkeling op de Oestergronden (noord & zuid) een tegenovergestelde richting laten zien. De ruimtelijke verspreiding van deze graadmeter gemiddeld over de periode 1991-1998 heeft een hoge gemiddelde IT-index laten zien in de Oestergronden en op twee stations langs de kust gevonden. Het Offshore gebied laat tussen 1991 en 1998 duidelijk lagere IT-indices zien. Wel moet in gedachte gehouden worden, dat de berekening van de index van 1991 tot en met 1994 heeft plaatsgevonden aan de hand van 5 submonsters per locatie, terwijl vanaf 1995 slechts één monster per locatie is gebruikt.



Figuur 4.13.1: Het verloop van de gemiddelde IT-index in verschillende gebieden van de Noordzee.

4.14 Graadmeter stapelvoedsel

Uit: Duel et al. (1997) en Craeymeersch (1999) en Baptist (1999a).

Relevantie en gevoeligheid

Dergelijke organismen worden aangeduid met de term stapelvoedsel en zij zijn een belangrijke onderdeel in het systeem. Het aanbod stapelvoedsel is bepalend voor de ontwikkeling van veel soorten, zoals (roof)vissen, vogels en zeezoogdieren. Enkele belangrijke soorten (groepen) die als stapelvoedsel fungeren in het Noordzee-ecosysteem zijn Copepoden (roeipootkreeftjes, een zoöplanktongroep), de schelpensoort *Spisula subtruncata* en de vissoorten zandspiering en Haring. *Spisula*, zandspiering en Haring worden in meer of mindere mate beïnvloed door de visserij. *Copepoden* worden beïnvloed door eutrofiëring en vervuiling, waarnaast de stroming van watermassa's uit b.v. de Atlantische Oceaan onder invloed van klimaatsvariëaties ook van invloed zijn.

De biomassa's van alle vier de indicatoren kunnen jaarlijks geschat worden uit inventarisatiegegevens. Voor de Haring wordt daarnaast nog gekeken naar de visserijsterfte.

Effecten van het menselijk handelen op het stapelvoedsel hebben effecten op het ecologisch functioneren van de Noordzee. Zo wordt de beschikbaarheid van *Spisula*, zandspiering en Haring voor de (top) predators beïnvloed door de visserij.

Indicatorsoorten

Voor deze graadmeter worden *Spisula* (prooi) en Zwarte zee-eend (predator) gebruikt als indicatorsoorten.

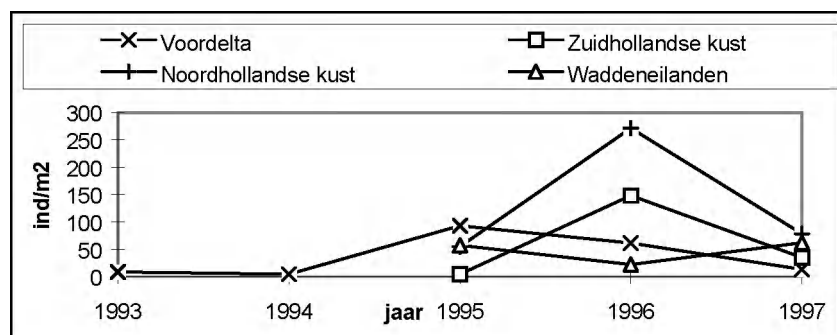
Sinds 1985 wordt er in de Nederlandse kustwateren op *Spisula subtruncata* gevestigd. Maar met de overheidsbeperkingen van de kokkelvisserij begin jaren negentig, zijn meer vissers op *Spisula* gaan vissen. Momenteel zijn acht tot zestien bedrijven actief. Visserij vond daarbij plaats in de Voordelta, de Noord-Hollandse kustzone en boven de Waddeneilanden. De omzet is bestemd voor de export (voornamelijk Spanje) [14]. De markt is niet erg groot. Maximaal wordt zo'n 4000-5000 ton visvlees gevestigd, meestal slechts enkele 100-en tonnen.

De visserij op *Spisula* sp. is alleen toegestaan in de visserijzone. Vanaf medio 1999 is een vergunning vereist voor het gebruik van vistuigen die geschikt zijn voor het vissen op de deze soort. Een vergunning wordt slechts verleend indien het bestandsbelang van de betreffende soort zulks toelaat en vooralsnog uitsluitend aan degenen die kunnen aantonen dat zij voor 1 januari 1999 reeds bedrijfsmatig de visserij op *Spisula* en/of *Ensis* uitoefenden.

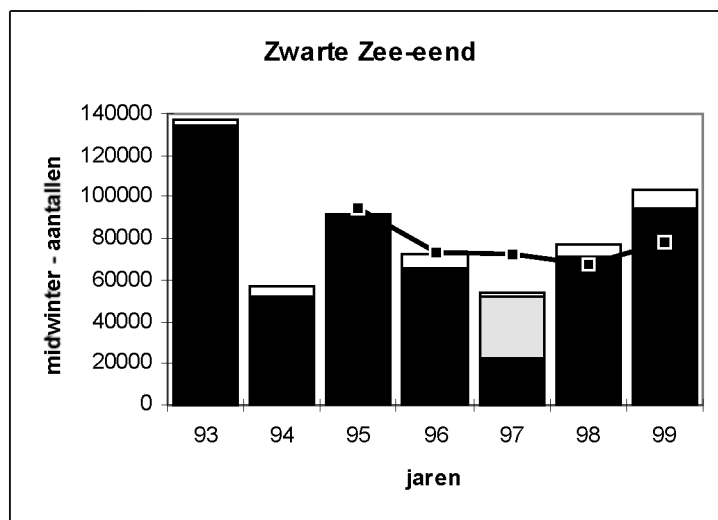
Het aantal Zwarte zee-eenden in de kustzone is een goede indicatie voor de aanwezigheid van voldoende voedsel in de vorm van schelpenbanken. Bij een structurele afname van het aantal Zwarte zee-eenden kan de conclusie worden getrokken, dat er minder schelpenbanken in de kustzone aanwezig zijn.

Ontwikkelingen in de afgelopen jaren en de huidige toestand

Sinds eind jaren '80 lijkt *Spisula subtruncata* zowel voor de Belgische, Nederlandse als Deense kust de voornaamste voedselprooi voor zee-eenden te zijn. Dit komt waarschijnlijk door een afspiegeling van het toegenomen aandeel van *Spisula subtruncata* in de schelpdierbanken van onze kustwateren in vergelijking met de voorafgaande decennia (de jaren 50, 60, en 70 waren waarschijnlijk veel lager). In januari 1997 zijn meer zee-eenden aan de Hollandse kust geteld dan in de omliggende jaren (figuur 4.13.2). In het voorafgaande voorjaar van 1996 zijn de tellingen van *Spisula* aan de Waddenkust nihil (figuur 4.13.1). De migratie van Zwarte zee-eenden van de Waddenkust naar de Hollandse kust is een direct gevolg van de voedselsituatie aldaar, namelijk de lage hoeveelheden *Spisula*.



Figuur 4.14.1: Aantal individuen *Spisula* per vierkant meter in verschillende deelgebieden



Figuur 4.14.2: Aantallen Zwarte Zee-eenden in januari in de Nederlandse kustzone, verdeeld in Waddenkust (zwart), Hollandse kust (grijs) en Voordelta (wit) over de periode 1991-1999.

4.15 Toestandbeschrijving

Aan de hand van de beschreven gebruiksaanwijzingen zijn de afzonderlijke ecologische signalen en trends per graadmeter beschreven. Het samenvoegen van de afzonderlijke beelden leidt tot een geïntegreerd beeld van de ecologische toestand van de Noordzee. Vanuit deze werkwijze is het duidelijker geworden dat het gebruik van de ecologische graadmeters voor beheersredenen gepaard dient te gaan met discussies en afspraken tussen de wetenschappers en beheerders van de Noordzee. Daarop kunnen de waarden van de graadmeters en de beheersvisies van de Noordzee worden afgestemd.

In de beschrijving van de huidige toestand van het Noordzee-ecosysteem is er aan de hand van de graadmeters aangetoond, dat er weinig verandering in de diversiteit van soorten (fytoplankton en macrozoöbenthos) in de afgelopen periode (1995-1998) heeft plaatsgevonden.

Diversiteit van macrozoöbenthos op de Oestergronden blijft het hoogst, gevolgd door het Offshoregebied. De diversiteit van macrozoöbenthos op de Doggersbank is minder dan die in de Offshore en wordt gevolgd door de Kustzone, die de laagste diversiteit heeft ten opzichte van de andere gebieden.

De macrozoöbenthosgraadmeters (trofische -, en populatiestructuur) hebben laten zien dat het Noordzeegebied anders kan worden ingedeeld op basis van het voorkomen van verschillende voedingstypen (trofische structuur) en de soortenselectie (kort en langlevend) van de macrozoöbenthos.

De volgende vier deelgebieden zijn gedefinieerd:

- Oestergronden (noord)
- Oestergronden (zuid)
- Offshore gebied
- Kustzone

De macrozoöbenthosgraadmeters hebben verder getoond dat de noordelijke Oestergronden in de periode 1991 - 1997 relatief rustig zijn geweest en in 1998 verstoord werden. De situatie blijkt omgekeerd op de zuidelijk Oestergronden. Er is weinig verandering in de soortensamenstelling in het Offshore gebied. De kustzone blijft verstoord met dominantie van de kortlevende (r) soorten.

In de laatste decennia zijn de vispopulaties in de Noordzee zwaar bevestigd. De situatie lijkt zich in de laatste jaren enigszins te stabiliseren en in enkele gevallen is er sprake van herstel. Het gemiddelde gewicht van vissen in de kustzone in de afgelopen 25 jaar sterk afgenomen.

De populaties van een groot aantal kust- en zeevogels is in de afgelopen jaren sterk toegenomen. Dit wordt gepaard aan toenemend voedselaanbod in de betreffende gebieden. De RAMSAR -1% norm van de duikers en Zwarte zee-eenden is overschreden. De Drieteenmeeuwen (Offshore), Grote Stern (Delta) en Zilvermeeuwen (kustzone) zijn toegenomen. Het aantal individuen van de Grote Stern (Waddenkust), Dwergstern (Delta) en Zeekoet (Offshore) heeft in dit decennium binnen beperkte grenzen geschommeld.

Met een toename van rustgebieden en een voldoende voedselaanbod zijn de aantallen zeezoogdieren - Bruinvis (Noordzee) en Zeehonden (Voordelta) - vanaf 1995 sterk toegenomen.

Nutriëntenaanvoer naar de Noordzee heeft in de afgelopen decennia geschommeld, maar blijft binnen beperkte grenzen. Het aangevoerde gehalte aan fosfaat (P) is gedaald, maar de vracht van stikstof (N) blijft hoog. Hogere concentraties van N zijn te vinden in de kustzone (0-10km), gevolgd door het tussenliggende gebied (10 -20 km). Het Offshoregebied (>20 km) heeft in vergelijking met de bovenvermelde gebieden de laagste concentraties van N getoond.

Dit leidt tot eutrofiëring in de Kustzone met als gevolg een toename in de fytoplanktonproductie. Andere terug te vinden effecten van de toename van de fytoplanktonproductie zijn verschuiving van de fytoplanktonsamenstelling, verandering van visproductie en zuurstofloosheid op de bodem in gestratificeerde gebieden van de zee.

Er is weinig verandering in het patroon van primaire productie in de afgelopen 22 jaar in de Kuststrook (tot 10 - 15 km uit de kust). Langs de kust op ca. 5 km afstand is de productie het hoogst langs de Zeeuwse kust. Primaire productie langs de Hollandse- en Waddenkust blijft laag en op hetzelfde niveau. De productie in de kuststrook > 5 km is het hoogst langs de Zeeuwse kust, gevolgd door de Hollandse kust; de productie in de Waddenzee heeft de laagste cijfers van de afgelopen 22 jaar.

5. Graadmeters en de effecten van gebruik op de Noordzee

5.1 Inleiding

De Noordzee wordt zeer intensief gebruikt. Op de Noordzee is dagelijks een groot aantal verschillende schepen te zien. Daaronder zijn grote vrachtschepen, tankers, veerboten, vissersboten en plezierboten. Plaatselijk zijn er grote platforms voor olie- en gaswinning aanwezig. Verder worden er organismen onttrokken door de visserij, gebruikt defensie het gebied om te oefenen, wordt er op zee en op de stranden gerecreëerd, wordt er zand gewonnen en lopen er tal van leidingen en pijplijnen over de bodem. Er zijn dus voortdurend verschillende gebruiksfuncties actief op en rond de Noordzee. Dit gebruik heeft invloed op de toestand van het ecosysteem.

Tabel 5.1: mogelijke relaties tussen graadmeters en gebruiksfuncties in de Noordzee

Graadmeter	Indicator(en)	Visserij	Delfstofwinning	Gifstoffen	Eutrofiëring
Soortendiversiteit fytoplankton	Shannon-Wiener index		X		X
Soortendiversiteit macrozoöbenthos	Shannon-Wiener index	X	X	X	
Populatie macrozoöbenthos	Spisula	X	X		
Populatie zoutwatervissen	Haring Kabeljauw Schol zandspiering Stekelrog	X X X X X		X	
Populatie kust- en zeevogels	7 soorten	X		X	
Populatie zeezoogdieren	Gewone zeehond Bruinvis	X X		X X	
Structuur fytoplankton	N/P ratio				X
Structuur macrozoöbenthos	r/k strategen	X	X		
Structuur visgemeenschap	lengte/ gewicht	X	X		
Primaire produktie	chlorofyldata		X		X
Top predators	Vis (kabeljauw) Vogels (Grote Stern) Zeezoogdieren (Bruinvis, zeehond)	X X X	X	X X	
Trofische structuur macrozoöbenthos	ITI index	X	X		X
Stapel voedsel (dichtheden)	Spisula	X	X		

Omdat de gebruiksfuncties visserij, delfstofwinning en vervuiling (eutrofiëring en gifstoffen door scheepvaart en nutriëntenaanvoer), waarvoor de Noordzee het ontvangende watersysteem is, wat betreft omvang en invloed op het ecosysteem ver uitschieten boven de andere gebruiksfuncties, krijgen deze in dit hoofdstuk meer aandacht. Er is ten eerste in de navolgende beschrijving (5.2) aangegeven hoe de graadmeters gebruikt kunnen worden. Verder zijn in de hoofdstukken 5.3, 5.4, 5.5 en 5.6 beschrijvingen van de effecten van gebruiksfuncties op het ecosysteem en de graadmeters die deze effecten kunnen signaleren, weergegeven (zie tabel 5.1). Vanwege de onduidelijkheden rondom referentiepunten en

streefbeeld en per graadmeter of indicator worden de effectenbeschrijving slechts in kwalitatieve zin gedaan. Het effect van gebruik op het Noordzee-ecosysteem kan zowel op de hele Noordzee als lokaal verstoring veroorzaken. De relaties geven potentiële indicaties van mogelijke signalen die vanuit de gebruiksfuncties de graadmeters kunnen beïnvloeden. In tabel 5.1 wordt geen onderscheid gemaakt tussen lokale effecten en Noordzee brede effecten. De in de tabel aangegeven relaties zijn dan ook eerder theoretisch dan in de praktijk aangetoond.

5.2 Gebruiksmethodiek voor de beoordeling van de effecten van de huidige en het toekomstige gebruik op het Noordzee-ecosysteem.

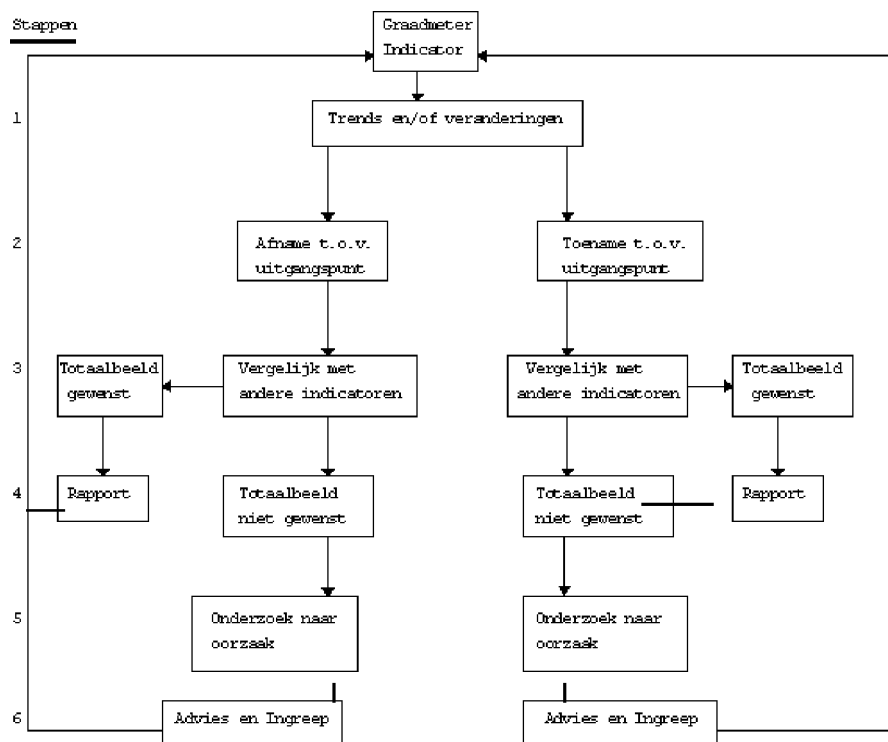
Beoordelen is het vergelijken van een beschreven toestand met een gewenste of vereiste toestand. De meest precieze vorm van beoordelen is toetsen. Men kan een toetsing uitvoeren wanneer:

- a) de feitelijke toestand in kwantitatieve termen is beschreven,
- b) de gewenste of vereiste toestand in getalsmatige normen is aangegeven,
- c) er een directe één op één relatie bestaat tussen de parameters en de normen voor beoordeling.

Naast de bovengenoemde voorwaarden voor beoordelen kan een volledige toetsing plaatsvinden, wanneer voor alle parameters die gemeten zijn ook een norm bestaat en omgekeerd. In de huidige graadmetersystematiek komt deze situatie niet voor. Er bestaan nog geen kwantitatieve ecologische normen die getoetst kunnen worden. Bovendien bestaat nog geen graadmetergerichte bemonsteringsstrategie die operationeel is voor het toetsen van de kwaliteit van het ecosysteem. De verzamelde gegevens voor de huidige graadmeters/indicatoren worden eerst gestructureerd voordat ze binnen de graadmetersystematiek gebracht worden.

De data en informatie (trends) over de graadmeters bieden voor het beheren van de Noordzee alleen de signalen. Korte termijn veranderingen in de trends worden niet gelijk in de beoordeling van het ecosysteem meegenomen. Gelijkmatische en systematische veranderingen in de trends over langere periodes op de Noordzee kunnen gerelateerd worden aan de negatieve of positieve ontwikkeling in het ecosysteem. De geconstateerde afwijkingen van de referenties kunnen verder onderzocht worden om meer duidelijkheid over de oorzaak van de verandering te verkrijgen. Zo hoeft een daling in het aantal overwinterende vogels in bijvoorbeeld de Voordelta niet automatisch te liggen aan een verslechterde voedselsituatie. Deze daling zou ook het gevolg kunnen zijn van de omstandigheden in de broedgebieden buiten Nederland. Verdere studies om de specifieke oorzaken van wijzigingen te beschrijven, blijven altijd nodig.

Figuur 5.2 is een schematische presentatie van het proces waarin de huidige graadmeters gebruikt kunnen worden om de effecten van het huidige en toekomstige gebruik van de Noordzee te beoordelen.



Figuur 5.2 Procedure voor de beoordeling van de ecologische toestand van de Noordzee

Stap 1: Hier wordt gekeken of de huidige gegevens een afwijkend beeld van het systeem geven. Op dit niveau zal bekeken worden of er een negatieve of positieve afwijking is. Op basis van de trends wordt een van de twee pijlen gevolgd.

Stap 2: Hier wordt de afwijkende situaties bekeken. Toename of afname ten opzicht van de uitgangssituaties (referenties) worden vastgesteld.

Stap 3: De veranderingen per graadmeter worden bij elkaar gebracht om een compleet beeld van het ecosysteem te krijgen. Verder kan het ecosysteem beoordeeld worden volgens een vastgestelde norm (bv. Ecosystem Quality Objectives (EQOs)). Als de toestand van het ecosysteem naar wens is volgens de voorgestelde normen (beleids-, beheers- of einddoel en Ecological Quality Objectives) kan direct een rapport worden gemaakt en aan de graadmetersystematiek gekoppeld.

Stap 4: Als het totale beeld vanuit de afzonderlijke graadmeters niet gewenst is voor het ecosysteem, dan wordt een onderzoekstraject gevolgd.

Stap 5: Een ecologisch groepsgericht onderzoek wordt in deze stap opgesteld. Van hieruit moet vastgesteld worden wat de oorzaak van de ongewenste situatie in het ecosysteem is.

Stap 6: Aan het eind van het onderzoek moet er een advies gegeven worden hoe het probleem het best aangepakt kan worden. Afhankelijk van de mate van verstoring wordt het advies met de benodigde ingrepen (maatregelen) door de beheerder van het ecosysteem overgenomen. De verkregen informatie en advies vanuit het onderzoek, samen met de ondernomen actie door de beheerder, worden aan de graadmeter systematiek gekoppeld.

De terugkoppeling van informatie vanuit de stappen 3 en 6 wordt gebruikt om de gevoeligheid van de individuele graadmeters (3) en de set graadmeters (6) bij te

stellen. Dit kan plaatsvinden in de vorm van het gebruik van meer indicatorsoorten of het opzetten van nieuwe bemonsteringsstrategieën.

5.3 Visserij

De visserij beïnvloedt het Noordzee-ecosysteem door massaal vis aan de vispopulatie te onttrekken. De bijkomende gevolgen van visserij zijn: veranderingen in populatieparameters, verandering in de soortensamenstelling van de visfauna, de bijvangst van ondermaatse vis en van commercieel niet interessante soorten en zoöbenthos (die veelal beschadigd of dood weer overboord gegoooid worden) en de verstoring van de bodem.

Veranderingen in de samenstelling van de vissoorten

De graadmeters 'populatie zoutwatervissen' en 'structuur visgemeenschap' signaleren aan de hand van de indicatorsoorten uit de bovenstaande tabel de effecten van visserij op de visgemeenschap in de Noordzee (zie grafieken per graadmeter). De aanwezigheid van een intensieve visserijdruk zorgt voor een selectieve druk op de grotere individuen van de meeste soorten. Dit heeft een verschuiving in leeftijdsopbouw (lengtesamenstelling) en soortensamenstelling tot gevolg. Deze verdeling kan representatief geacht worden voor de verschuiving van langlevende soorten, de zogenaamde K-strategen, naar kortlevende soorten, de r-strategen. Niet alle vissoorten kunnen de hoge visserijdruk weerstaan en er zijn tal van soorten, vooral K-strategen, die sterk in aantal zijn afgenomen of lokaal zijn verdwenen (Stekelrog).

Verstoring van de bodemfauna

Een direct effect van de bodemomwoeling door bepaalde vistuigen heeft betrekking op het verwijderen en beschadiging van de bodemfauna. Indirect effect van deze visserij-activiteiten is de verandering in de relatieve samenstelling van zowel de K-strategen (lang levende soorten) als de r-strategen (kort levende soorten) en een verandering in de ITI (Infaunal Trophic Index), een afspiegeling van soorten met verschillende voedingsmethoden. Deze index geeft een indruk van de belangrijkste voedingstypen in het gebied.

Bij de ITI zijn de effecten van de visserijdruk duidelijk herkenbaar door het in grotere aantallen voorkomen van deposit feeders. De bijvangsten van de visserij worden overboord gegoooid en komen dan op de bodem terecht. Door de hogere depositie van materiaal op de bodem worden de filterfeeders ondergesneeuwd en wordt het gebied gunstig voor de deposit en subdeposit feeders.

Bij toenemende visserijdruk zullen de kort levende r-soorten door hun grote reproductiecapaciteit gemakkelijk en relatief snel de door visserij ontstane open plekken zeebodem bevolken, terwijl de langlevende K-strategen zich veel moeilijker en minder snel kunnen herstellen. Blijft het gebied daarna stabiel, dan zullen langzamerhand soorten met een K-strategie de overhand krijgen. De verhouding tussen de r- en K-strategen is een index voor de stabiliteit van het milieu ter plaatse en signaleert de veranderingen in de macrozoöbenthosgemeenschap. Bij een r/K- ratio groter dan 1 zullen de r-strategen duidelijk in de meerderheid zijn, wat op een instabiel milieu kan duiden. Is de ratio veel kleiner dan 1, dan geldt het omgekeerde: een meerderheid van K-strategen wijst op een ongestoord of stabiel milieu.

Verstoring op toppredatoren en kust- en zeevogels en zeezoogdieren

De veranderingen in de samenstelling van de visgemeenschap hebben ook gevolgen voor andere soortgroepen in het ecosysteem. Dit is herkenbaar in de wijziging van de predatordruk en door het voedselaanbod voor de vogels en andere toppredatoren.

De visserij is van invloed op het voedselaanbod voor vogels en zeezoogdieren. Daarnaast is er ook een direct effect van de visserij doordat zeezoogdieren in netten terecht kunnen komen. Uit de literatuur is bekend dat in warnetten jaarlijks zo'n 3000 Bruinvissen verstrikt raken en vervolgens verdrinken. Bij de Noorse kust is geconstateerd dat visnetten de doodsoorzaak vormen voor zo'n 3 % van de populatie Zeekoeten (31000 exemplaren) per jaar.

5.4 Delfstofwinning

De effecten van delfstofwinning op het Noordzee-ecosysteem kunnen door diverse graadmeters gesignaleerd worden. Belangrijk zijn de graadmeters voor de macrozoöbenthosfauna (ITI en r/K), primaire productie en de diversiteiten van zowel fytoplankton als de macrozoöbenthos. Voor het signaleren van de effecten vanuit delfstofwinning op de Noordzee zijn de winning van olie en gas en van zand en grind bekeken.

5.4.1 Olie- en gaswinning

Voor de olie- en gaswinning op de Noordzee is tot 1990 43% van het bodemoppervlak van het Nederlandse continentaal plat (NCP) uitgegeven als concessiegebied voor het opsporen van delfstoffen en 15% voor het daadwerkelijk winnen ervan. Op het NCP staan in 1996 115 vaste mijnbouwinstallaties. Tegenwoordig ligt er ongeveer 2500 km pijpleiding om het gewonnen olie en gas te transporteren.

Verstoring van de bodemfauna

De effecten rondom de boorinstallaties zijn tot een straal van 2 km merkbaar, waarbij in de eerste 500 m naast toxische effecten ook fysieke effecten in de vorm van bedelving spelen. Verder is er een belemmerd zuurstoftransport en een door olieafbraak veroorzaakte anaërobie. Er zijn de laatste jaren geen nieuwe locaties met effecten bijgekomen. Vanuit recente gegevens blijkt dat de meetbare afstand met effecten is teruggelopen van 2 km naar ca. 100 m. Deze afname van de effectenafstand heeft positieve gevolgen op het herstellen van de bodemfauna. Om dit teruglopen van effecten te beschrijven worden momenteel in een aparte project graadmeters ontwikkeld. Omdat de informatie nog niet gereed is, wordt verder in deze beschrijving dit aspect niet behandeld.

5.4.2 Zand- en grindwinning

De effecten van zandwinning zijn te onderscheiden in effecten op het abiotische en biotische milieu en zijn zowel van korte als van lange duur. De maten waarin de effecten zullen optreden zijn sterk afhankelijk van de winplaats, de gewonnen hoeveelheid, de uitvoering van de winning en de periode waarin gewonnen wordt. De huidige zandwinning op het Noordzeegebied is volgens de richtlijnen ten aanzien van zeezandwinning in het Regionaal Ontgrondingenplan Noordzee (RON/MER) dat in 2000 van kracht wordt. Winning wordt alleen toegestaan in gebieden dieper dan 20 meter en in gebieden verder dan 20 km uit de kust. Zandwinning wordt zoveel mogelijk gecombineerd met onderhoudswerkzaamheden voor het op diepte houden van vaargeulen (IJ-geul, Euromaasgeul) door middel van een verdieping van maximaal 5 meter.

De effecten van zandwinning zijn in het algemeen van tijdelijke aard. Behalve de lokale bodemfauna, die vanwege de immobiliteit zeer gevoelig is voor zandwinning, zijn de overige effecten door zandwinning veroorzaakte een vertroebeling, die tijdelijk is en lokaal effect heeft op primaire productie, zeezoogdieren en kust- en zeevogels. Bij het winnen van zand uit zee voor de aanleg van Maasvlakte II of een vliegveld in zee zullen de effecten van zandwinning vermoedelijk evenredig met het beïnvloede oppervlak toenemen.

Verstoring van primaire productie

De concentratie van zwevend stof gaat tijdens zandwinning omhoog, waardoor de vertroebeling ook stijgt. In het meest ongunstige geval, tijdens winning in stilstaand water, kan de concentratie zwevend stof een factor twee toenemen. Dit vermindert de eutrofische zone (de doordringingsdiepte voor licht waarbij nog productie optreedt). Een verminderd lichtaanbod heeft tot gevolg dat de primaire productie terugloopt (als de algen al licht gelimiteerd zijn). Met de huidige randvoorwaarden van zandwinning is de graadmeter 'primaire productie' niet gevoelige genoeg om de tijdelijke veranderingen in de productie te signaleren. Voor grootschalige zandwinningsactiviteiten (bv. beton- en metselzandwinning) verwacht men meer en langdurende effecten op de Noordzee. In dit geval zal de graadmeter 'primaire productie' een goed instrument zijn om de effecten op de productiviteit van de wingebieden te laten zien.

Verstoring van de bodemfauna

Tijdens zandwinning wordt de lokale sessiele en bentische epifauna met het bodemmateriaal opgezogen of erdoor bedolven. De overlevingskansen van deze organismen wordt nihil geacht. Lokaal aanwezige bodemfauna zal in de loop van enkele maanden tot enkele jaren kunnen herstellen (voor langlevende mollusken geldt een periode van tientallen jaren). Het herstel kan alleen plaatsvinden, nadat de structuur en de topografie van het gebied zich weer voldoende hersteld hebben. De graadmeters 'populatie macrozoöbenthos' en 'trofische structuur van macrozoöbenthos' zijn te gebruiken om de veranderingen aan te tonen.

Verstoring van toppredatoren en kust- en zeevogels

De effecten van zandwinning op de vogels zijn mogelijk indien door de winning in de kustzone schelpenbanken zouden verdwijnen. Daarbij kunnen de graadmeters 'kust- en zeevogels' en 'stapelvoedsel' een gevoelig instrument zijn om de veranderingen te signaleren. Aangezien tot nu toe geen zand mag worden gewonnen in de ondiepe kustzone, waar de vogels foerageren, zal het in de praktijk niet zover komen.

5.5 Gifstoffen

Gifstoffen, ofwel microverontreinigingen (MIVE), komen langs verschillende wegen in de Noordzee terecht. Een belangrijke bron is het zoete rivierwater. Verder komt er gif van schepen (o.a. uitlogen van de scheepshuid en afvalgassen van de motor) en via de atmosfeer (o.a. PAK's). Door de bioaccumulatie komt het effect van MIVE vooral tot uiting in de hogere trofische niveaus van de voedselketen.

Verstoring van de soortendiversiteit macrozoöbenthos

Een stof als TBT (afkomstig van de aangroeiwerende verf op scheepshuiden) tast de vruchtbaarheid van weekdieren aan. De samenstelling van de levensgemeenschap kan hierdoor verandering ondergaan. Gezien de reactie van de bodemfauna op vervuild boorgruis rond boorplatforms valt meer effect op de macrozoöbenthosgemeenschap te verwachten.

Verstoring op de populatie zoutwatervissen

Bij Schol is een verhoogde kans op huidtumoren geconstateerd onder andere door invloed van verontreiniging. Dergelijke effecten zijn waarschijnlijk ook te verwachten bij andere vissoorten, waarbij vooral de soorten hoger in de voedselketen door bioaccumulatie grotere risico's lopen.

Verstoring op de populatie kust- en zeevogels en zeezoogdieren.

Doordat visetende vogels aan de top staan van de voedselketen, kunnen zich hier verontreinigingen ophopen en tot soms dramatische ontwikkelingen leiden. Te denken valt aan het decimeren van de populatie Grote Sterns in de jaren zestig ten gevolge van de accumulatie van persistente bestrijdingsmiddelen. Dergelijke effecten zijn ook waargenomen bij de zeehond, waarbij de vruchtbaarheid afnam ten gevolge van verontreiniging met PCB's.

Verstoring van de toppredatoren

Zoals in bovenstaande beschrijving al tot uiting is gekomen, zijn vooral de toppredatoren gevoelig voor verontreinigingen, doordat zij aan het einde van de voedselketen staan en daar door bioaccumulatie hoge concentraties gifstoffen in hun lijf ophopen. Deze accumulatie blijkt afhankelijk te zijn van het type organisme. Vissen blijken minder gevoelig te zijn dan vogels en zeezoogdieren, doordat zij beter in staat zijn de gifstoffen weer af te breken, danwel uit te scheiden (Evers, 1993).

5.6 Eutrofiëring

De Noordzee wordt vanuit Nederland gevoed met zoetwater vanuit de grote rivieren de Schelde, de Maas en de Rijn. Het grootste deel van deze aanvoer bereikt de Noordzee via de vertakkingen Westerschelde, Nieuwe Waterweg en Haringvliet. Een klein deel stroomt via de IJssel, het IJsselmeer en de Eems-Dollard naar zee. Nutriënten komen in grote hoeveelheden in de zee terecht. Belangrijke bronnen zijn dierlijke mest, kunstmest, wasmiddelen en riool- en baggerslib. Stikstof bereikt de zee voornamelijk via de rivieren (75 à 80%) en de atmosfeer (20 à 25%) en fosfor grotendeels via de rivieren en slechts voor enkele procenten rechtstreeks via het riool.

Een verhoogde nutriëntenaanvoer en de verschuiving in de N- en P-verhouding hebben een belangrijke invloed op de soortensamenstelling van het fytoplankton. Daarnaast is een toegenomen belasting gerelateerd aan een hogere biomassa van fytoplankton.

Verhoogde nutriëntenaanvoer is gerelateerd aan eutrofiëring. Het is mogelijk om de effecten van eutrofiëring door de graadmeters 'de populatiestructuur van fytoplankton', 'primaire productie', 'trofische structuur macrozoöbenthos' (ITI) en 'diversiteit van fytoplankton' te signaleren.

De graadmeter 'structuur fytoplankton' is met het gebruik van de indicator N:P-ratio gevoelig om zowel het voorkomen van dominante fytoplanktonsoorten (plaagalg) als de nutriëntenaanvoer naar zee te signaleren.

De graadmeter 'trofische structuur macrozoöbenthos' met de indicator 'infaunal trophic index' signaleert de verhoogde aanwezigheid van detritus op de bodem van de zee. Daarbij komen vanwege de grote hoeveelheid detritus de depositfeeders in hoge percentages voor.

6. De graadmeters en toekomstig gebruik

6.1 Inleiding

Voorspelling van effecten van het toekomstig gebruik van de Noordzee aan de hand van de huidige set van graadmeters is lastig. Dit komt doordat de Noordzee een open systeem is, dat veel invloeden van buiten het systeem kent. Om de betrouwbaarheid van de interpretatie van signalen vanuit de graadmeters te verhogen moet beseft worden, dat de huidige graadmeters ook voor een groot deel door natuurlijke, autonome variaties in het ecosysteem gestuurd worden.

Om de beoordeling van de effecten van het toekomstige gebruik op zee te kunnen hanteren, worden ten eerste de door graadmeters beschreven huidige en autonome ontwikkeling in de ecologie van de Noordzee beschreven. De afzonderlijke effecten vanuit het toekomstige gebruik op het ecosysteem worden per graadmeters uitgezet tegen het beeld vanuit de autonome ontwikkeling in het ecosysteem. Het verschil tussen de voorspelde autonome ontwikkeling en de ontwikkeling vanuit de voorspelde effecten van de ingrepen wordt gebruikt om de richting (negatief of positief) en niveau (hoog of laag) van de effecten te verklaren.

Omdat de 13 graadmeters zijn ontwikkeld om signalen van veranderingen in het ecosysteem aan te tonen en niet om causaal relaties van veranderingen te verklaren, worden de effecten van toekomstig gebruik op zee slechts kwalitatief beoordeeld.

Om te komen tot een verantwoorde beoordeling van de effecten van toekomstig gebruik van de Noordzee zijn naast de beleidsdoelen voor de Noordzee ook de onderliggende ingrepen en de duur van het gebruik onderdelen die een belangrijke rol spelen. Deze aspecten bepalen zowel het type als de soorten graadmeters en indicatoren die gebruikt kunnen worden om een beoordeling met een hoge betrouwbaarheid te geven.

Vanwege het gebrek aan de capaciteit om beleid te toetsten van de huidige graadmeters kan in dit hoofdstuk geen complete beoordeling van het ecosysteem voor toekomstig gebruik gegeven worden. De huidige beschrijving zal alleen als een raamwerk functioneren voor de beoordeling van de effecten van toekomstig gebruik op zee.

De aspecten beleidsdoel, ingrepen per gebruik en duur van gebruik zijn van belang en worden in de eerstvolgende paragrafen beschreven. Vervolgens wordt aan de hand van specifieke voorbeelden van toekomstige gebruiken, als vliegveld in zee (hoofdstuk 6.2) en beton- en metselzandwinning op de Noordzee (hoofdstuk 6.3), de werkwijze geïllustreerd hoe de graadmeters het ecosysteem kunnen beoordelen.

6.1.1 Het belang van beleid in het beoordelen van toekomstig gebruik op zee

Het beoordelen van toekomstig gebruik van het Noordzee-ecosysteem is sterk afhankelijk van de huidige beleidsdoelen voor de Noordzee. Het beleid voor de Noordzee wordt voor de tijdsduur van minimaal een periode van 4 jaar gemaakt. Daarbinnen worden de verschillende afspraken over de aanpak om het doel te bereiken door de uitvoerende dienst(en) gemaakt. De verandering van het ecosysteem in de beleidsperiode is daarbij deels door het beleid beïnvloed.

Het huidige beleid voor de Noordzee is sterk door een aantal internationale afspraken gestuurd. Voor een groot deel zijn de nationale beleidsdoelen hierop gericht. Vanuit het natuurbeleid van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij zijn ecosysteemdelen vastgesteld. Daarbij is de ontwikkeling van verschillende ecologische groepen in de Noordzee de centrale boodschap. In de Vierde nota waterhuishouding (NW4) van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (V&W) is de restauratie van de ecologische kwaliteit van de Noordzee en aanlig-

gende gebieden het belangrijkste doel. De boven vermelde beleidsstandpunten beïnvloeden het toekomstige gebruik en de mate van gebruik. Deze zijn mede bepalend zijn voor de ecologische kwaliteit van de Noordzee.

Met de huidige set van ecologische graadmeters kunnen het natuur- en waterbeleid voor de Noordzee nog niet getoetst worden. Er moeten nog verder ontwikkelingen in die richting plaatsvinden. De streefbeelden voor het natuur- en waterbeleid voor de Noordzee moeten in ecologische maatlatten vertaald worden.

Er zijn het laatste jaar diverse nationale en internationale afspraken gemaakt voor het identificeren en ontwikkelen van ecologische streefbeelden (ecological quality objectives (ECOQs) en Ecosysteendoelen) voor de Noordzee. Omdat deze streefbeelden nog niet volledig ontwikkeld zijn, kunnen in de huidige beoordeling geen relaties met de beleidsdoelen worden gelegd. Er wordt meer aandacht besteed aan de stappen voor de beoordeling van de ecologische effecten van de onderliggende stappen (ingrepen) per toekomstige gebruik en de duur van het gebruik (zie 6.1.2). Deze aspecten worden aan de hand van de huidige graadmeter gebruikt om te bepalen welke soort en aantallen graadmeters gebruikt kunnen worden om de effecten van toekomstige gebruik op zee te beoordelen.

6.1.2 De graadmeters en de beoordeling van de ingrepen en duur van het toekomstige gebruik op zee

Met een duidelijke handleiding (onderliggende stappen) voor het toekomstige gebruik kan de huidige set van graadmeters op een effectieve wijze de effecten van toekomstige gebruik op de Noordzee beoordelen. Diverse gebruiksfuncties van de Noordzee hebben stapsgewijze processen die de onderliggende activiteiten van het gebruik uitdrukken en kunnen via diverse effecten het ecosysteem beïnvloeden. Zo vormen de processen van winning, transport, ontzilting en afzetten (terugstorten van restantmateriaal) de belangrijkste activiteiten van delfstofwinning (zandwinning) in de Noordzee. Elke stap in de procesketen heeft invloed op het ecosysteem en kan bijdragen aan de veranderingen in het ecosysteem. Deze veranderingen op hun beurt beïnvloeden in diverse mate de ecologische groepen en processen in het ecosysteem. Deze invloeden kunnen door één of meer graadmeters (indicatoren) gesignaleerd worden.

De gegevens die de bouwstenen van de graadmeters vormen worden in verschillende monitoringsprogramma's op bepaalde tijdstippen in het jaar verzameld. De door het gebruik veroorzaakte veranderingen die in het systeem optreden, maar die niet worden gemeten tijdens de bemonsteringscampagnes voor de graadmeters (indicatoren), kunnen nooit door de betreffende graadmeters gesignaleerd worden. Korte termijn veranderingen in het ecosysteem worden niet door de meeste graadmeters gesignaleerd. Effecten van gebruik op de Noordzee die langer het systeem kunnen beïnvloeden zijn in de meeste gevallen door de gehele set van graadmeters te signaleren.

Het raamwerk waarbij de ecologische graadmeters gebruikt kunnen worden voor het beoordelen van de effecten van toekomstige gebruik op de Noordzee ecosysteem zijn in de hoofdstukken 6.2 en 6.3 beschreven. Het bouwen en op zijn plaats houden van een vliegveld op zee en het uitvoeren van grootschalige zandwinning zijn als voorbeelden van toekomstige gebruik op zee beschreven.

6.2 Vliegveld in zee

Eind 1998 heeft het kabinet gekozen voor een beheerste groei van de luchtvaart. Voor de lange termijn acht het kabinet slechts twee locaties van belang, te weten

uitbreiden van Schiphol op de huidige locatie en het bouwen van een eiland in de Noordzee. In het afgelopen jaar zijn bij diverse instanties verkennende studies over de mogelijk ecologische gevolgen rondom het bouwen van een eiland op de Noordzee van start gegaan. De resultaten van deze studies zijn nog niet gereed. Aan de hand van de huidige (13) ecologische graadmeters wordt in dit hoofdstuk uitgelegd hoe de effecten van het tot stand komen van een eiland op zee beoordeeld kunnen worden.

6.2.1 Mogelijke effecten/veranderingen van het vliegveld in zee

Naast de fysische en morfologische effecten die het vliegveld in zee kan veroorzaken, zijn ook de gevolgen voor de ecologie van groot belang. De belangrijkste ingrepen van het vliegveld in zee zijn het winnen en storten van zand en fysieke aanwezigheid van het eiland zelf (tabel 6.2.1). In de tabel zijn de effecten weergegeven van deze processen op de verschillende ecologische groepen die beïnvloed kunnen worden in het ecosysteem. De graadmeters (soorten, soortgroepen of ecologische processen) die gevoelig kunnen zijn voor de verschillende effecten zijn in de laatste kolom van de tabel aangegeven.

Vanwege het signalerende karakter van de huidige set van graadmeters, kan geen detailbeoordeling van het Noordzee-ecosysteem plaatsvinden. Alleen kwalitatieve beoordeling kan in deze beschrijving gegeven worden.

Tabel 6.2.1: Relatie ingreep-effect vliegveld in zee en graadmeters

Ingreep	Effecten	Target Ecologische groepen	Graadmeter/ Indicator (no.)
Winning/storten	1. Verwijdering van bodem sediment 2. Verandering bodemsamenstelling 3. Verandering bodemdiepte 4. Vertroebeling/lichtklimaat doorzicht	bodemfauna, vis (paaigronden) bodemfauna bodemfauna vis, fytoplankton, vogels, zeezoogdieren	2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13
Aanwezigheid van het eiland	5. Neemt plaats op zee in 6. Helder kustwater	primaire productie bodemfauna vogels, zeezoogdieren vis,	3, 4, 8, 9, 7

Tabel 6.2.2 Graadmeters van de Noordzee

1. Soortendiversiteit fytoplankton	8. Populatie kust- en zeevogels
2. Soortendiversiteit macrozoöbenthos	9. Populatie zeezoogdieren
3. Structuur fytoplankton	10. Primaire produktie
4. Structuur macrozoöbenthos	11. Toppredators
5. Structuur visgemeenschap	12. Trofische structuur macrozoöbenthos
6. Populatie macrozoöbenthos	13. Stapelvoedsel (dichtheden)
7. Populatie zoutwatervissen	

Bij het bouwen van een vliegveld in zee wordt het sediment van de zeebodem op één plaats gewonnen en op een andere plaats gestort. Deze ingrepen zullen de volgende effecten hebben: de verwijdering van sediment, verandering van de bodemsamenstelling, verandering van de dieptes en de vertroebeling in de waterkolom. Deze effecten hebben vervolgens direct invloed op de ecologische groepen bodemfauna, vissen, fytoplankton, vogels en zeezoogdieren. Afhankelijk van de tijdsduur van de ingrepen, kunnen de graadmeters in kolom 4 van de boven ver-

meld tabel 6.2.1 gebruikt worden om de afzonderlijke effecten op de ecologische groepen te signaleren. Het samenvoegen van de afzonderlijke beelden per graadmeter geeft het totaal beeld over de verwachte ecologische toestand tijdens het bouwen van het eiland.

De uiteindelijke fysieke aanwezigheid van het eiland heeft tot gevolg dat er een verandering in het stromingspatroon van de kustwateren optreedt. Dit kan het water rondom het eiland helderder maken, waardoor het milieu voor de zichtjagers en het proces van primaire productie worden verbeterd. Volgend uit het proces van primaire productie zijn de signalen van deze veranderingen te zien bij vogels, zeezoogdieren en vissen. De geschikt graadmeters voor deze beïnvloeding zijn graadmeters 7, 8, 9, 10 (zie tabel 6.2.1).

6.3 Grootschalige zandwinning

Volgens het Structuurschema oppervlakedelfstoffen uit 1996 dient het beleid dat gericht is op een verruiming van de toepassing van bodemmateriële uit de Noordzee met kracht te worden voortgezet. De Minister van Verkeer en Waterstaat en het Interprovinciaal Overleg (IPO) hebben in 1997 vastgesteld dat het beleid en de inspanningen om beton- en metselzandwinning uit primaire ontgrondingen binnen de kustlijn (op land) te beperken aanmerkelijk moeten worden versterkt, onder andere door zo mogelijk beton- en metselzand te winnen in het Nederlands deel van de Noordzee en, indien mogelijk, dit te maximaliseren.

In 1998 hebben de Minister van Verkeer en Waterstaat en het IPO afgesproken dat in de periode 1999 tot en met 2008 binnen de kustlijn 170 miljoen ton beton- en metselzand winbaar wordt gemaakt. Er wordt uitgegaan van een behoefteprognose van 220 miljoen ton. Volgens het Structuurschema oppervlakedelfstoffen van 1996 dient het beleid dat gericht is op een verruiming van de toepassing van bodemmateriële uit de Noordzee met kracht te worden voortgezet.

De exacte omvang van de winning van beton- en metselzand in het zoekgebied kan nu nog niet worden vastgesteld, omdat momenteel onvoldoende bekend is waar het geschikte zand zich bevindt en hoe veel er beschikbaar is. Vooronderzoek heeft uitgewezen dat geschikt zand mogelijk aanwezig is ten westen van Hoek van Holland enerzijds op de toppen van de zandgolven die op het zeebodemoppervlak aanwezig zijn, en anderzijds in de Formatie van Kreftenheye.

De volgende effecten vanuit de beton- en metselzandwinning zullen relatief groter en erger zijn dan de effecten vanuit de huidige zandwinning op de Noordzee.

Directe gevolgen van zandwinning zijn de volgende :

- de plaatselijke bodemfauna zal verwijderd worden;
- een verhoogde vertroebeling in het waterkolom;
- de bodemsamenstelling van het gewonnen gebied verandert;
- in de gebieden waar het zand gewonnen wordt, zullen diepe kuilen achterblijven;
- daardoor kan, afhankelijk van de grootte en diepte van de winput, zuurstofloosheid worden veroorzaakt;
- er treedt een verstoring van de rustgebieden voor zeezoogdieren op, indien de winning op of in de buurt van deze rustgebieden plaatsvindt.

Tabel 6.3: Relatie ingreep-effecten zandwinning en graadmeters (Tabel 6.2)

Ingreep	Effect	Invloed op de ecologische groepen	Graadmeter/ Indicator (zie tabel 5.2)
winning	1. Verwijdering, migratie bodemfauna	bodemfauna	2, 3, 7, 10, 11, 13
	2. Verandering bodem samenstelling	bodemfauna	
	3. Verandering bodem diepte	bodemfauna	
	4. Vertroebeling/lichtklimaat,doorzicht	fytoplankton, vogels, zeezoogdieren, vissen	
transport, ontziltting terugstorten			

Deze veranderingen beïnvloeden de bodemfauna, de vissen, de soortensamenstelling van fytoplankton, de vogels en de zeezoogdieren.

De graadmeters (zie tabel 6.3) nummers 2, 3, 7, 10, 11, 13 kunnen gebruikt worden om de boven genoemd effecten op het ecosysteem te beoordelen.

Verhoogde vertroebeling kan door de graadmeter 'primaire productie' beoordeeld worden terwijl het uitgraven van bodemfauna en verandering van de bodemsamenstelling door de graadmeters 'populatie macrozoöbenthos' en 'trofische structuur van macrozoöbenthos' beoordeeld kunnen worden. De fysische aanwezigheid van baggerschepen in de rustgebieden van zeezoogdieren kan de dieren uit het gebied verjagen.

7. Discussie

De graadmetersystematiek is een manier van het volgen en evalueren van ontwikkelingen in diverse situaties en omstandigheden. Deze systematiek wordt tegenwoordig door diverse beheerders en beleidsmakers in diverse landen in de wereld gebruikt. Als voorbeeld worden in de Verenigde Staten van Amerika (USA) graadmeters gebruikt voor het beoordelen en voor de beschrijving van de groei of het dalen van de economie, de veranderingen in het milieu en de ontwikkelingen in de socio-culturele aspecten in het gebied. Op internationaal niveau binnen Europa heeft men de ontwikkeling en het gebruik van indicatoren op prijsgesteld om een verband te leggen tussen de beïnvloedingsfactoren, menselijke handelingen, het milieu en de beleidsmaatregelen. Dit denkmodel is door de "Organisation for Economic Co-operation and Development" (OECD) ontwikkeld en wordt door het Europees Milieu Agentschap uitgebouwd tot het zogenaamde DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impact, Response). In andere delen van de wereld gebeurt ongeveer hetzelfde. In Nederland zijn bij diverse instituten graadmeters voor allerlei beoordelingsprocessen ontwikkeld. De graadmeters hebben allemaal dezelfde basisstructuur, ongeacht om welke redenen ze worden ontwikkeld. Dit omvat: de basisgegevens, de indicator en de graadmeter.

De huidige set van ecologische graadmeters is bedoeld om de effecten van het gebruik en de veranderingen in het ecosysteem op verschillende niveaus van organisaties van diersoorten, soortgroepen en levensgemeenschappen te beschrijven. Deze veranderingen zijn vooral gericht op de langere termijn. Tijdelijke veranderingen worden niet meegenomen. De graadmeters hebben aan de ene kant hoge ecologische relevantie en aan de andere kant hebben ze een sterke relatie met Water- en Natuurbeleidsdoelstellingen. Deze relaties zijn vanaf het begin van de graadmeterontwikkeling in het GONZ I project meegenomen. Daardoor hebben de graadmeters een duidelijke relatie met de beleidsvelden van water en natuur. Deze relatie komt verder tot uiting in de toestandbeschrijving van het ecosysteem van de Noordzee.

Terwijl het ontwikkelen van een graadmeter sterk afhankelijk is van de wetenschap, hangt de effectiviteit van het gebruik af van maatschappelijke actoren.

Het proces van ontwikkeling van de GONZ graadmeters is aan de ene kant door wetenschappers gestuurd in reactie op de wensen van de maatschappelijke actoren (beheerders, beleidsmakers en gebruikers). Aan de andere kant wordt de toepassing van de graadmeters voor gebruik door de maatschappelijke actoren gestuurd. Met andere woorden, om een complete en operationele graadmeter te krijgen, is het van belang dat de twee teams (wetenschappers en maatschappelijke actoren) elkaar ontmoeten. Daarbij vormen de graadmeters een ontmoetingsplaats voor de groepen. Kernbeslissingen worden in dit proces opgenomen om de verdere uitwerking van de graadmeters te garanderen. Deze werkwijze heeft tot nu toe heel veel tijd gekost. Het voordeel daarvan is dat de graadmeters door alle partijen zijn besproken.

Het is van belang om te weten dat de systematiek van de graadmeter (ontwikkelen en gebruik) niet een eindig traject is. Het is een continu proces. Afhankelijk van de wensen uit de maatschappij veranderen de indicatoren, het type gegevens en zelfs de graadmeters en hun oorspronkelijke gebruiksdoelen. De veranderingen in de wensen van de maatschappij vormen de motto van dit proces.

De huidige graadmetersystematiek geeft in vergelijking met de bestaande toetsingskaders van AMOEBE en NDT een betere communicatie tussen de ver-

schillende spelers (wetenschappers, beleidsmakers en beheerders). Iedere groep begrijpt waar het om gaat. De groepen bouwen samen de graadmeterstructuur. Ontbrekende elementen worden snel opgemerkt door alle groepen. Zo werd al snel opgemerkt, dat in het ontwerpproces van GONZ de stap wel was gemaakt van beleid naar graadmeters, maar de terugkoppeling van graadmeters naar beleid open bleef.

Het huidige project GONZ III heeft een belangrijke stap in de uitwerking van de graadmeters gezet. Het project heeft de praktische werkwijze gecreëerd voor het bereiken van de oorspronkelijke einddoelen van het project GONZ (het ontwikkelen van een toetsingskader voor het Water- en Natuurbeleid). Met de voorgestelde graadmeters (GONZ I) en de verkennende studies in GONZ II als basis, is GONZ III dieper in de ontwikkelingssystematiek van de graadmeters gegaan.

De haalbaarheidstudies binnen het project heeft het duidelijk gemaakt, dat slechts een aantal van de in GONZ I voorgestelde graadmeters (23) ontwikkeld kunnen worden. Het project GONZ III heeft het tekort en de onvolledigheid van de monitoringsgegevens voor het effectiever management van het Noordzee-ecosysteem onder de aandacht gebracht. Om de doorzichtigheid van het Noordzee-ecosysteem te verbeteren, is het van belang om meer kenmerken van het ecosysteem te bestuderen. Daarbij is het ontwikkelen van meer graadmeters en indicatoren van belang.

In de uitwerking van de graadmeters voor het project GONZ III zijn geen referenties of streefbeelden gebruikt om de ecologische groepen vast te leggen. Dit komt mede door het niet tijdig (voor het eind van het project GONZ III) eens worden van de betrokkenen (wetenschappers, beleidsmakers en beheerders) om deze te definiëren. Bovendien zijn geen referentieperioden of uitgangspunten voor de graadmeters afgesproken. Om deze redenen is het niet mogelijk om met de huidige set van graadmeters de effecten van het toekomstige gebruik op de Noordzee een kwantitatieve beoordeling aan de hand van de set van graadmeters te geven.

De 13 graadmeters geven een beeld van de ecologische toestand van de Noordzee. Bovendien zijn er relaties gelegd tussen de gebruiksfuncties, de effecten daarvan en de graadmeters. De ingeslagen weg in GONZ III heeft de basis gelegd voor het afbouwen van het toetsinginstrumentarium voor zowel het beheren van het Noordzee-ecosysteem als het toetsen en voorbereiden van het Water- en Natuurbeleid voor de Noordzee.

Aan de hand van de in GONZ III beschreven ecologische toestand van de Noordzee is de mogelijkheid gecreëerd om de normen of toetsbare elementen in de beheers- en beleidsdoelstellingen voor het Noordzee-ecosysteem te definiëren. Daardoor kunnen de effecten van gebruik en de beheers-, en beleidsdoelstellingen op het Noordzee-ecosysteem getoetst worden.

Er zal een overbrugging moeten plaatsvinden. De huidige set van graadmeters heeft het ecosysteem van de Noordzee doorzichtig gemaakt. We weten met andere woorden nu hoe het met de beestjes zit. Voor de beheerder van het Noordzee-ecosysteem is dit voldoende om acties gericht op het beheer te nemen. In die zin is de oorspronkelijke doelstelling van GONZ III behaald (het ontwikkelen van een beheersinstrument). Het verder uitwerken van meer indicatoren zal gunstig zijn voor het meer effectief beheren van het gebied.

Hoewel de doelstelling van het GONZ III-project gehaald is, blijft de oorspronkelijke doelstelling van het GONZ-project hangen (het ontwikkelen van een toetsingskader voor het Water- en Natuurbeleid). Deze doelstelling heeft in meerdere discussies tijdens het project GONZ III voor verwarring gezorgd. Het ontwikkelen van de huidige graadmeters om beleidsdoelstellingen te toetsen kan op verschillende manieren plaatsvinden.

- a) De huidige set van graadmeters indelen naar ecologische kenmerken en de inzichten die op deze manier verkregen worden met de door het Water- en Natuurbeleid gewenste situatie per ecologische groep bekijken. Bij deze opzet is het van belang de huidige beleidsthema's opnieuw te verkennen. Het kan zijn dat er nieuwe thema's, ook vanuit internationale kaders, bij gekomen zijn.

Graadmeters	Ecosysteemkenmerken	Beleidsthema's
-		
-	soorten	biodiversiteit
-	soortgroepen	ecologisch functioneren
-	voedselstrategie	
-		
-		

- b) De tweede manier is om een totaal andere structuur op te zetten. Hierbij worden nieuwe graadmeters en indicatoren vastgesteld en onderzocht op hun haalbaarheid in termen van wetenschappelijke ondersteuning, beschikbaarheid van gegevens en hun relevantie voor beleid, beheer en gebruik.

De tweede aanpak zal veel tijd vergen. De eerste aanpak is korter.

De studie over graadmeters in GONZ gaat om drie aspecten:

1. Onze kennis over de toestand van het ecosysteem van de Noordzee vergroten.
2. In staat zijn de ecosysteemkenmerken voor de Noordzee te beoordelen.
3. De verkregen informatie uit 1 en 2 te vergelijken met de beleidsdoelstellingen.

Komt de huidige situatie rondom de ecosysteemkenmerken overeen met de beleidsdoelen, dan zijn deze beleidsdoelen gehaald. Komen de doelstellingen niet overeen met de gewenste situatie van het organisme of parameter, dan is er reden om de doelstellingen en de betekenis van de graadmeters te bekijken en eventueel opnieuw te formuleren.

Om te komen tot stap 3 is een verkennende studie van alle beleidsvelden gewenst. Vervolgens worden alle doelstellingen geïnterpreteerd en onder thema's gebracht. De thema's hebben allemaal een relatie met de ecosysteemkenmerken die al in GONZ-kader zijn genoemd.

Vervolgens kan de huidige set van graadmeters per ecosysteemkenmerk verdeeld worden. De ecosysteemkenmerken worden verder onder de beleidsthema's gebracht. Deze aanpak zal niet meer dan twee jaar duren.

8. Conclusies

De ecologische graadmeters belichten de ecologische kenmerken van het Noordzee-ecosysteem. Met behulp van gegevens en trends is inzicht in de ecologische toestand van het ecosysteem te krijgen. De belangrijke bouwstenen voor de graadmeters zijn de monitoringsgegevens en de indicatoren.

Het geografische gebied van de Noordzee waarop de graadmeters betrekking hebben, is het NCP. De estuaria (Waddenzee, Eems-Dollard, Oosterschelde en Westerschelde) vallen buiten het bestek.

Vanuit de randvoorwaarden van het project GONZ III is slechts een set van 13 graadmeters ontwikkeld. De andere 10 graadmeters vanuit de 23 voorgestelde graadmeters in het project GONZ I voldoen niet aan de opgestelde selectiecriteria. Vier van de 10 graadmeters staan op de grijze lijn. Met de huidige kennis van de graadmeterssystematiek bestaat de mogelijkheid om deze (4 graadmeters) in de vervolgfase(n) van het project te ontwikkelen.

De gekozen set van graadmeters, deels of volledig, vertegenwoordigt de mariene ecologisch groepen van benthos, vissen, zeezoogdieren, fytoplankton en kust- en zeevogels.

Elke graadmeter heeft een duidelijke relatie met beleidsdoelstellingen van het Water- en Natuubeleid voor de Noordzee.

Deze relaties zijn:

- behoud van biodiversiteit
- gezond ecologisch functioneren
- ecologisch verantwoord gebruik

De set van 13 graadmeters geeft afzonderlijke beelden van zowel de betreffende ecologische groepen als processen op het NCP. Het samenvoegen van de beelden uit de 13 graadmeters geeft een totaal idee van de ecologische toestand van het Noordzee ecosysteem.

Verticale en horizontale ruimtelijke variabiliteit is duidelijk herkenbaar in de set van graadmeters. Daardoor is het ecosysteem transparant gemaakt. Aan de hand van de individuele graadmeters wordt de ontwikkeling van de natuur in de Noordzee beschreven.

Op basis van de graadmeters wordt het volgende beeld verkregen: De graadmeter "populatie zeezoogdieren" laat zien dat het aantal zeezoogdieren op het Nederlands deel van de Noordzee is gestegen. Niet alleen zijn er meer zeehonden, er worden ook steeds meer Bruinvissen waargenomen.

Vanuit de graadmeter "structuur van de visgemeenschap" is gesignaleerd, dat de continu hoge visserij-inspanning in de Noordzee nog steeds tot veranderingen leidt. Grote vissen worden steeds minder talrijk en het gemiddelde gewicht van individuen in de vispopulatie in de kustzone neemt verder af.

De graadmeter "populatie kust- en zeevogels" laat zien dat sommige soorten in de afgelopen jaren in Nederlandse wateren zijn toegenomen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een toenemend voedselaanbod in de betreffende gebieden. Voor duikers en Zwarte zee-eenden is de RAMSAR -1% overschreden. Ook de populaties van Drieteenmeeuwen (Offshore), de Grote stern (Delta gebied) en Zilvermeeuwen (kustzone) zijn toegenomen. De populaties van de Grote stern (Waddenkust), de Dwergstern (Delta) en de Zeekoet (Offshore) fluctueren binnen beperkte grenzen.

De diversiteit van soorten binnen de ecologische groepen van bodemfauna en fytoplankton is in de afgelopen periode (1995 - 1998) nauwelijks veranderd. De diversiteit van bodemfauna op de Noordzee is het hoogst in de Oestergronden (Noord en Zuid) en is gedurende de periode 1991 tot 1998 weinig veranderd. In de populatiestructuur van de macrozoöbenthosgemeenschap zijn geen trendmatige ontwikkelingen geconstateerd.

De kustzone wordt gekarakteriseerd door kortlevende macrobenthossoorten met een lage soortendiversiteit. De aanvoer van fosfaat (P) is in de afgelopen decennia gedaald, maar de vracht aan stikstof (N) blijft hoog. De N/P ratio's op de Noordzee zijn het hoogst in het gebied 10 km en 20 km langs de kustlijn en lager in het off-shore gebied. De hoge N/P ratio's in de kustzone leiden tot de dominatie van een beperkt aantal algensoorten. De graadmeter "primaire productie" laat weinig veranderingen in de productiviteit in de Noordzee zien. Langs de Zeeuwse kust is de productie het hoogst.

Vanwege de onduidelijkheden rondom referentie punten en streefbeelden voor de graadmeters en indicatoren is de effectenbeschrijving van de huidige gebruiksfuncties op zee slechts kwalitatief gedaan.

De graadmeters worden door natuurlijke variaties op de Noordzee beïnvloed. De mate van beïnvloeding van deze natuurlijke factoren op de graadmeters is moeilijk te bepalen.

De set van 13 graadmeters zijn geschikt voor het signaleren van effecten van diverse gebruiksfuncties op de Noordzee. Daarbij beïnvloedt visserij 76% van de graadmeters. Delfstofwinning beïnvloedt 70% van de set van graadmeters. Giftstoffen beïnvloeden 30% en eutrofiering op de Noordzee kan slechts 30% van de huidige set van graadmeters beïnvloeden.

Bepaalde gebruiksfuncties kunnen worden gerelateerd aan de trends die per graadmeter zijn waargenomen. In tabel 1 wordt als voorbeeld de relatie tussen de graadmeters/indicatoren en de gebruiksfuncties visserij, delfstofwinning en vervuiling op de Noordzee gepresenteerd. De relaties zijn redelijk complex omdat een specifieke gebruiksfuncties meerdere effecten op het systeem kan hebben en anderzijds een specifiek systeem-aspect door meerdere gebruiksfuncties wordt beïnvloed.

Om de huidige graadmeters te gebruiken voor de beoordeling van de effecten van toekomstig gebruik op zee moeten de effecten van het huidige beleid op het Noordzee-ecosysteem en de onderliggende ingrepen in het betreffende gebruik eerst beoordeeld worden.

De vier doelstellingen van het project GONZ III zijn behaald, met uitzondering van de beoordelingsaspecten die voor een groot deel een normering vereist van de huidige beleidsdoelstellingen. Dit aspect ligt buiten de huidige opdracht. Er is in dit project een raamwerk gemaakt, waarbij de graadmeters gebruikt kunnen worden om toekomstig gebruik van Noordzee te beoordelen. Verdere uitwerking wordt in de volgende fasen geadviseerd.

Het beoordelingsinstrumentarium met graadmeters is nog niet af. Zij signaleren, maar oordelen niet. Om een oordeel te kunnen vellen, moet de huidige toestand vergeleken worden met de randvoorwaarden die door het beleid aan het systeem worden gekoppeld. Screening van het huidige beleid (bijvoorbeeld NW4 en de nieuwe nota Natuur) zal leiden tot een betere uitwerking van de huidige graadmeters. In 2000 wordt op interdepartementale basis gewerkt aan het verder operationaliseren van de graadmeterset. Een betere aansluiting bij actuele beleidsont-

wikkelingen en de koppeling met gebruiksfuncties vormen hierbij de speerpunten voor de toekomst.

9. Aanbevelingen

Een enkel getal of de set van graadmeters in één jaar zeggen nog niets. Het gaat om de veranderingen in de loop der jaren. Het is aan te bevelen om, indien mogelijk, de graadmeters jaarlijks te berekenen. Aangezien voor een groot deel de indicatoren in het kader van het MWTL worden gemeten, is het nu al mogelijk deze berekening voor dat deel van de graadmeters ook uit te voeren. Andere gegevens komen bij niet-RWS-instituten vandaan. Een jaarlijkse update van deze indicatoren en bijbehorende graadmeters is ook aan te bevelen. In hoeverre een dergelijke jaarlijkse update van de graadmeters ook wenselijk is, zal met de belanghebbenden dienen te worden afgestemd.

Om een duidelijke en betrouwbare beoordeling van het ecosysteem te krijgen, is het van belang om de ecologische streefbeelden en "Ecological quality objectives" (EcoQs) voor de Noordzee te ontwikkelen. Deze streefbeelden, samen met de huidige toestand van de zee, kunnen worden gebruikt om de autonome ontwikkeling van het ecosysteem te filteren uit de gesignaleerde systeemveranderingen. Verder kunnen de verwachte effecten vanuit het toekomstige gebruik tegen het beeld van de autonome ontwikkeling in het ecosysteem worden gezet om van hieruit tot een oordeel te komen.

De gevoeligheid van de graadmeters voor het signaleren van de effecten van gebruik op het Noordzee-ecosysteem zullen scherper gemaakt moeten worden. Het ontwikkelen van meer indicatoren per graadmeter is vereist. Dat verhoogt zowel de kwaliteit van de signalen als de betrouwbaarheid van de informatie die daaraan gekoppeld wordt.

Het systematisch ontwikkelen van functionele groepen per ecologische groep is gewenst om de afzonderlijke beelden van deze groepen te completeren. Dit zal leiden tot het meer zicht op de toestand van het ecosysteem.

Het ontwikkelen van andere graadmeters (indicatoren), zoals soortendiversiteit vissen, soortendiversiteit zoöplankton en dynamische ecotopen kunnen andere aspecten van het ecosysteem belichten.

De graadmeter "soortendiversiteit vissen" kan beschouwd worden als een indicator van het toestand van het ecosysteem. Een hoge diversiteit betekent volgens de gangbare theorie ook een grotere stabiliteit in het systeem. Een groter aantal soorten en een gelijkmatiger verdeling van organismen over de verschillende soorten zal resulteren in een hogere diversiteit volgens de Shannon-Wienerindex. Om een volledig beeld van de planktongemeenschap in het ecosysteem te krijgen, is het van belang om naast fytoplankton ook graadmeters voor de zoöplanktongemeenschap te ontwikkelen.

De ontwikkeling van de graadmeter "dynamische ecotopen" zal een belangrijke dimensie aan de beoordelingscapaciteit van de graadmeters toevoegen. De fysische veranderingen in de Noordzee heeft, naast de veranderingen in de dieptes, ook gevolgen voor de rust- en foerageermogelijkheden van de meeste organismen. Zo hebben veranderingen in de oppervlakte van zandbanken consequenties voor de zeehonden en de vogels in de kustzone.

De specifieke relaties tussen de graadmeters en de betreffende gebruiksfuncties zullen verder uitgewerkt moeten worden. Een voorbeeld daarvan is de impact van schelpdiervisserij op spisulabestanden in de kustzone van de Noordzee.

De mogelijkheid om de graadmeters te gebruiken voor de beoordeling van het ecosysteem zal in de komende periode uitgewerkt moeten worden.

Het definiëren en gebruiken van referenties en het afwegen ten opzichte van de uitgangspunten voor de individuele graadmeters zal verder uitgewerkt moeten worden. Om de huidige set graadmeters voor beheersredenen te kunnen blijven gebruiken, is het van belang om regelmatig de discussie en de afspraken tussen de wetenschappers en de beheerders in acht te nemen.

Graadmeterontwikkeling voor de Noordzee blijft een project wat een grote inspanning vanuit alle betrokken beleidsvelden -water, natuur en milieu- vraagt. De behoefte om de graadmeters te gebruiken als toetsingsinstrument voor het beleid blijft momenteel te veel hangen. De huidige set van graadmeters zal verder moeten worden ontwikkeld om de wens om graadmeters als beleidsinstrument te kunnen gebruiken te bereiken. In het vervolg van dit project zullen aanvullende indicatoren worden uitgewerkt, die andere aspecten van de ecologische toestand van de Noordzee belichten (bijvoorbeeld ecotoopkarakteristieken). Ook zullen de beleidscontext en de effecten van gebruik met meer nadruk worden meegenomen. Naast waterbeleid betreft dit natuur- en visserijbeleid en milieu- en ruimtelijk beleid. Gestreefd wordt naar consistentie met en afstemming op graadmeterontwikkeling in deze andere beleidskaders.

10. Literatuur

- Baptist, H. (1999a): Zeevogels Noordzee, GONZ III bijdrage:
 - deel I: Methoden
 - deel II: De ecologische beschrijving van de zeevogels
 - deel III: De temporele resultaten.
- Baptist, H. (1999b): Zeezoogdieren Noordzee, GONZ III bijdrage.
- Blauw, A. (1999): Graadmeter primaire produktie, GONZ. Waterloopkundig Laboratorium/WL, Delft.
- Bruin, J. de, et al (1992). De Amoëbe en onzekerheden. RU Groningen.
- Craeymeersch, J.A. (1999): Uitwerking graadmeter 'stapelvoedsel': *Spisula subtruncata* in de Nederlandse kustzone (1993-1997). RIVO-rapport, IJmuiden.
- Cramp, S. (ed) (1985). The birds of the wetsern Palearctic; Vol. 4. Oxford University Press, Oxford.
- Duijts .H. (1999a): Graadmeters voor de Noordzee, eindrapport van het project Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ III) deel 1: Beschrijving van de graadmeters. Werkdocument RIKZ/OS-99.163x
- Duijts, H. (1999b): GONZ III, Graadmeterontwikkeling Noordzee; Uitwerking van de graadmeters soortendiversiteit fytoplankton en soortendiversiteit macrobenthos. Werkdocument RIKZ/OS-99.164x
- Duin van M., Heessen H. & Piet G.(1998). Uitwerking graadmeter "populatie zoutwatervissen". RIVO-DLO rapport C069/98.
- Duel, H. et al (1997): GONZ- Graadmeter Ontwikkeling Noordzee, toetsingskader voor het water- en natuurbeleid voor de Noordzee. Waterloopkundig Laboratorium/WL, Delft.
- Evers, E., A. Opperhuizen, L. Voorend (ed.)(1993): Kontaminanten in bodems en sediment. Sorptie en biologische beschikbaarheid. (Verslag symposium op 29 april 1993 , De Reehorst, Ede). Den Haag, RIKZ-uitgave.
- Holtmann S.E. (1999): GONZ III Graadmeter Ontwikkeling Noordzee. In-faunal Trophic Index (ITI) & Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-stategen) op 25 stations van het NCP (1991-1998). NIOZ-rapport.
- ICONA. Noordzee atlas voor het Nederlandse beheer en beleid. Stadsuitgeverij Amsterdam (1992).
- Kabuta, S.H. (1999a): Naar haalbare graadmeters, fase A GONZ III. Werkdocument RIKZ/AB-99.134x
- Kabuta, S.H. (1999b): Graadmeter Ontwikkeling Noordzee, de structuur van de fytoplanktongemeenschap. Werkdocument RIKZ/AB-99.139x
- Kabuta, S.H. (1999c). Graadmeters voor de Noordzee, eindrapport van het project Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ III) deel 2: Toestandbeschrijving. Werkdocument RIKZ/AB-99.xxxx
- Lanter, R. (1999): Uitwerking van de Graadmeters voor de Visgemeenschap in de Noordzee. Werkdocument RIKZ/AB-99.138x
- Lavaleye M.S.S. (1999). GONZ rapport. Graadmeters van de Noordzee Infaunal Trophic Index (ITI) van het macrobenthos en Structuur macrobenthos gemeenschap (verhouding r- en K-strategen). NIOZ-rapport
- Leliveld, M (1999). Fytoplankton in de Noordzee. De invloed van N en P op de structuur van de fytoplanktongemeenschap. Werkdocument RIKZ/AB-99.125x.
- Meininger, P.L., C.M. Berrevoets & R.C.W. Strucker (1999). Kustbroedvogels in het Deltagebied: een terugblik op twintig jaar monitoring (1979-1998). Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-99.025, Middelburg.
- North Sea Task Force (1993): Quality Status Report of Subregion 4. The Joint Monitoring Programme of the Oslo and Paris Commissions.
- Philippart C.J.M., Herman P.M.J. (1998). GONZ, Multivariate analyse van fytoplankton tijdseries - een pilotstudie naar de geschiktheid van de struc-

tuur van de algengemeenschap als graadmeter voor het ecologische functioneren van de Noordzee.

- Piet G., Duin van M. & Heessen H., (1998) Uitwerking graadmeter “structuur visgemeenschap gebaseerd op populatie-dynamische parameters”. RIVO-DLO rapport C074/98.
- Rose, P.M. & D.A. Scott (1994). Waterfowl population estimates. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau (IWRB), Slimbridge.
- Schobben, J.H.M & C.J.P Haenen (1999). Risico-Analyse Mariene milieu. Integrale effecten op het Noordzee-ecosysteem. Landschap, jaargang 16, nr 1, pp 15-30
- Stone, C.J., A. Webb, C. Barton, N. Ratcliffe, T.C. Reed, M.L. Tasker, C.J. Camphuysen & M.W. Peinkowski (1995). An atlas of seabird distribution in north-west European waters. JNCC, Peterborough.
- Swennen, C. & P. Duiven (1977). Size of food objects of three fish-eating seabird species: *Uria aalge*, *Alca torda* and *Fratercula arctica* (Aves, Alcidae). Neth. J. Sea Res. 11:92-98.
- Vethaak, A.D. (1990): Inventariserend onderzoek naar de aanwezigheid van visziekten in de Waddenzee in 1988. Dienst Getijdewateren, nota GWAO-90.003.

Bijlage I: De graadmeters uit GONZ I en GONZ III

De voorgestelde graadmeters uit het GONZ-I project.

beleidsthema	ecosysteemkenmerk	graadmeter	systeemindicatoren
biodiversiteit	soorten	soortendiversiteit plankton	- fytoplankton: gemiddeld aantal soorten - mesozoöplankton: Simpsonindex
		soortendiversiteit macrozoö-benthos	- diversiteit macrofauna - aantal soorten - Shannonindex - Simpsonindex - relatieve abundantie meest dominante soorten
		populatie macrozoöbenthos	- dichtheid Noordkromp - dichtheid Helmkrab - dichtheid Zeester
		soortendiversiteit vissen	- Simpsonindex visfauna - Simpsonindex visfauna per lengteklasse
		populatie zoutwatervissen	- Stekelrog: visserijsterfte en paaibiomassa - Fint: paaibiomassa
		soortendiversiteit kust- en zeevogels	- Simpsonindex meeuwen en sterns (broedvogels) - Zilvermeeuw: aantal broedparen - Zwartkopmeeuw: aantal broedparen
		populatie kust- en zeevogels	- Grote stern: aantal broedparen een aantal vliegvlugge jongen per broedpaar - Strandplevier: broedparen - Zwarte zee-eend: aantal vogeldagen in de winter
		populatie zeezoogdieren	- Bruinvis: aantal dieren - Gewone zeehond: aantal dieren
		verspreidingsgebied zeezoogdieren	- Bruinvis: areaal verspreidingsgebied - Gewone zeehond: areaal rustgebied
	soortgroepen en levensgemeenschappen	structuur planktongemeenschap	- fytoplankton - lengteverdeling - verhouding dichtheden flagellaten / diatomeeën - totale duur bloei Phaeocystis, Noctiluca en Dinophysis - zoöplankton: niet uitgewerkt
		structuur macrozoöbenthos-gemeenschap	verhouding dichtheid r- en K-strategen
		structuur visgemeenschap	- gemiddeld gewicht vissen - biomassa-aandeelvissen >25 cm in totale visbiomassa
	ecotopen	oppervlak van ecotopen	- areaal Spisulabanken in ecotoop: ondiepe kustzone - areaal ongestoorde grindbanken - areaal ongestoorde steneneccotoop in gebied: Texelse Stenen
ecologisch functioneren	produktiviteit	primaire productie	primaire productie fytoplankton
		secondaire productie	- secondaire productie copepoden - secondaire productie benthos
		tertiaire productie	somatische visproductie

	voedselwebstructuur	stapelvoedsel	- dichtheid copepoden: Calanus finmarchicus en Temora longicornis - dichtheid Spisula subtruncata - zandspiering: visserijsterfte en paaibiomassa - Haring: visserijsterfte en paaibiomassa
		toppredatoren	- Kabeljauw: visserijsterfte en paaibiomassa - Grote stern: aantal broedparen en aantal vliegvlugge jongen per broedpaar - Bruinvis: aantal dieren - Gewone zeehond: aantal dieren
		complexiteit voedselweb	geen indicator voorgesteld
		trofische structuur macrozoöbenthosgemeenschap	ITI-index voedselgroepen macrozoöbenthos
		trofische structuur vispopulatie	geen indicator voorgesteld
	Hydro- en morfodynamiek	areaal dynamische ecotopen	areaal zandplaten

De selectie van haabaar graadmeters voor het GONZ-III project.

Tabel 3.1 TOETSING VAN DE GRAADMETERS

Nr	Graadmeter	Indicatorsoort(en)	Methodiek	Criteria	Opmerking
1	Soorten diversiteit Plankton	Voorkomende soorten Fytoplankton	Shannon-Wiener indices	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
2	Soorten diversiteit Macrobenthos	Voorkomende soorten Macrozoobenthos	Shannon-Wiener indices	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
3	Populatie Macrobenthos	Noordkromp, Zwemkrab, Helmkrab, Zeester	Dichtheid	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
4	Soorten diversiteit vissen	Visfauna in de Noordzee	(lengteklasse)?	B2,	Mogelijk haalbaar
5	populatie zoutwater-vissen	Stekelrog, haring, schol, kabeljauw en zandspiering	Visserijbestand Paaibiomassa en visserijsterfte	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
6	Soorten diversiteit kust- en zeevogels	Voorkomende soorten	(broedpopulatie) Tellingen, ?	b2,	Niet Haalbaar
7	Populatie kust- en zeevogels	Grote stern, broedparen Strandplevier; broedpl. Zwarte zee-eend aantal	(broedpopulatie) Tellingen,	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
8	Populatie zeezoogdieren	Bruinvis Gewone zeehond	Aantallen per 1000/ cbn	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
9	Verspreidingsgebied zeezoogdieren	Bruinvis Gewone zeehond	Meting van verspreidingsgebied	b2,	Mogelijk Haalbaar
10	Structuur plankton	fytoplankton	Multivariate analyse N/P ratio veranderingen (dichtheid, bloei)	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
11	Structuur macrobenthos	Voorkomende soorten en verhoudingen daarvan	r -, en k strategen	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
12	Structuur vis gemeenschap	Voorkomende vissoorten (commerciële en niet commerciële)	Lengte klassen in plaats van r-, k strategen	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
13	Ecotopen	areaal spisula banken areaal grindbanken areaal stenen	Wordt in een apart project uitgewerkt	b2, b4, b8,	Mogelijk haalbaar
14	Primaire Produktiviteit	fytoplankton	Model	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
15	Secondaire Produktiviteit	aantal copepoden,	niet bekend	b2, b4, b8, b9	Niet Haalbaar
16	Tertiaire Produktiviteit	Somatische vis productie	niet bekend	b2, b4, b8, b9	Niet haalbaar
17	Afbraak	Zeester /Hemkrab	niet bekend	b2, b4, b8,	Mogelijk haalbaar
18	Stapelvoedsel	copepoden, spisula zandspiering, haring	Dichtheden, trends	Voldoet aan alle criteria	Haalbaar
19	Toppredatoren	Kabeljauw, Bruinvis, Grote stern, Gewone zeehond	Dichtheden, verspreidings patronen	Ontvangsten (vissen), tellingen broedparen	Haalbaar
20	Complexiteit voedselweb	nog geen indicatoren	niet bekend	b1, b2, b4, b8, b9	Niet haalbaar
21	Trofische structuur macrobenthos	Voorkomende macrobenthos soorten	ITI index	b2, b4, b8, b9	Haalbaar
22	Trofische structuur vispopulatie	vis fauna	Vissoorten vs voedseltypen	b2, b9	Niet haalbaar
23	Areaal dynamische ecotopen	areaal zandplaten	nog niet bekend	b1, b2, b4, b8, b9	Niet haalbaar

In de kolom criteria staan nummers van de criteria waar op basis van de huidige informatie rondom de graadmeter deze criteria niet volledig voldoen. Tenslotte is in de kolom opmerking de haalbaarheid van de graadmeter gegeven.

(a) Onderliggende criteria voor de algemene doelstellingen van de graadmeters.

1. De graadmeters/indicatoren dienen duidelijke relaties met het gebruik van de Noordzee te hebben.
2. De graadmeters/indicatoren dienen relevante relaties met het water-, en natuurbeleid voor de Noordzee te hebben.
3. De graadmeters dienen beleidsvraagstukken te beantwoorden. Daardoor moeten ze in staat zijn om meer over de politiek en andere maatschappelijke belangen voor de Noordzee te zeggen.
4. De graadmeters dienen simpel maar duidelijk te zijn om de ecologische toestand van de Noordzee te beschrijven.
5. De gehele set van de graadmeters dienen een compleet ecologisch beeld van de Noordzee te geven.

(b) Onderliggende criteria voor het ontwikkelen van de indicatoren

Om een set van bruikbare graadmeters voor de opdrachtgevers te krijgen, zijn de volgende onderliggende ontwikkelingscriteria van belang:

1. De indicator dient een duidelijk relatie met de graadmeter te hebben.
2. De te gebruiken methodiek per indicator dient simpel te zijn met wetenschappelijke onderbouwing.
3. De indicatorsoort dient een beeld van de ecologische kwaliteit van de Noordzee te geven.
4. Er dienen beschikbare en bruikbaar data voor de indicatorsoort aanwezig te zijn.
5. De te gebruiken methodiek per indicator moet reproduceerbaar zijn.
6. De ontwikkelingskosten van de graadmeter dienen betaalbaar te zijn.
7. De kosten van dataverzameling voor de indicatorsoort(en) dienen betaalbaar te zijn.
8. Het toekomstig verzamelen van de gegevens voor de indicator dient gegarandeerd te zijn.
9. De middelen (geld, tijd en capaciteit) om volledige ontwikkeling van de graadmeter te krijgen in 1999 dienen voldoende te zijn.