

Gebiedsbescherming Noordzee

Habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen

H.J. Lindeboom
R. Witbaard
O.G. Bos
H.W.G. Meesters

werkdocumenten

wot

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR

For quality of life

Gebiedsbescherming Noordzee

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

WOT-werkdocument 114 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Natuurbalans, Milieubalans en thematische verkenningen.

Gebiedsbescherming Noordzee

Habitattypen, instandhoudingsdoelen en
beheersmaatregelen

H.J. Lindeboom

R. Witbaard

O.G. Bos

H.W.G. Meesters

Werkdocument 114

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, oktober 2008

Referaat

Lindeboom, H.J., R. Witbaard, O.G. Bos, H.W.G. Meesters 2008. *Gebiedsbescherming Noordzee,; Habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 114 , 33 blz. 8 fig.; 4 ref.;

In het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 is een aantal gebieden aangewezen als potentieel te beschermen gebieden. Voor deze gebieden dienen instandhoudingsdoelen te worden opgesteld. Echter, door de grote variatie van het mariene ecosysteem en het feit dat grote delen van de Noordzee al gedurende decennia enorm door menselijke activiteiten zijn beïnvloed, kleven hier een aantal problemen aan. In dit werkdocument worden deze nader uiteengezet en worden bouwstenen voor mogelijke oplossingen aangedragen.

Het werkdocument bevat een korte beschrijving van de (eventueel) te beschermen gebieden; een overzicht van natuurlijke en door de mens gecreëerde habitattypen; een beschrijving van de natuurlijke fluctuaties van het mariene ecosysteem en de mogelijke consequenties voor aanwijzing en beheer van te beschermen gebieden.

Gezien de grote variatie van het systeem is het vaststellen van instandhoudingsdoelen die gebaseerd zijn op het voorkomen van soorten en het daarna handhaven van zulke doelen in een dergelijk sterk wisselend systeem waarschijnlijk niet efficiënt. Voorgesteld wordt om beheersdoelen of managementdoelen te definiëren uitgaande van de beschreven habitatindeling. Het beheer zou gericht moeten zijn op de menselijke invloeden op de verschillende habitattypen waardoor men een rigide nastreven van mogelijk onbereikbare doelen voorkomt.

Trefwoorden. Integraal Beheerplan Noordzee 2015, IBN 2015, Noordzee, menselijke invloed, habitat, habitattypen, beschermde gebieden, te beschermen gebieden, mariene ecosystemen, gebruik en beheer.

©2008 IMARES

Postbus 167, 1790 AD, Den Burg

Tel: (0222) 36 97 00; fax: (0222) 31 92 35; e-mail: wageningenimares@wur.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; Fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 De Noordzee: laatste wildernis?	13
2.1 Algemeen	13
2.2 Friese Front	16
2.3 Oestergronden	19
2.4 Doggersbank	20
2.5 Klaverbank	22
3 Natuurlijke habitattypen	27
3.1 Fronten	27
3.2 Zand	27
3.3 Zandbanken	27
3.4 Slib	28
3.5 Grind	28
3.6 Schelpenbanken	28
4 Door de mens gecreëerde habitattypen	29
4.1 Geploegde zeebodem	30
4.2 Geharkte zeebodem	30
4.3 Windmolenpark	31
4.4 Mijnbouwplatform	31
4.5 Zandwinputten	32
4.6 Wrakken	32
5 Natuurlijke fluctuaties van het mariene ecosysteem.	33
<i>Intermezzo: Arctica islandica, de Noordkromp</i>	35
6 Consequenties voor instandhoudingsdoelen	37
7 Conclusie	39
Literatuur	41

Samenvatting

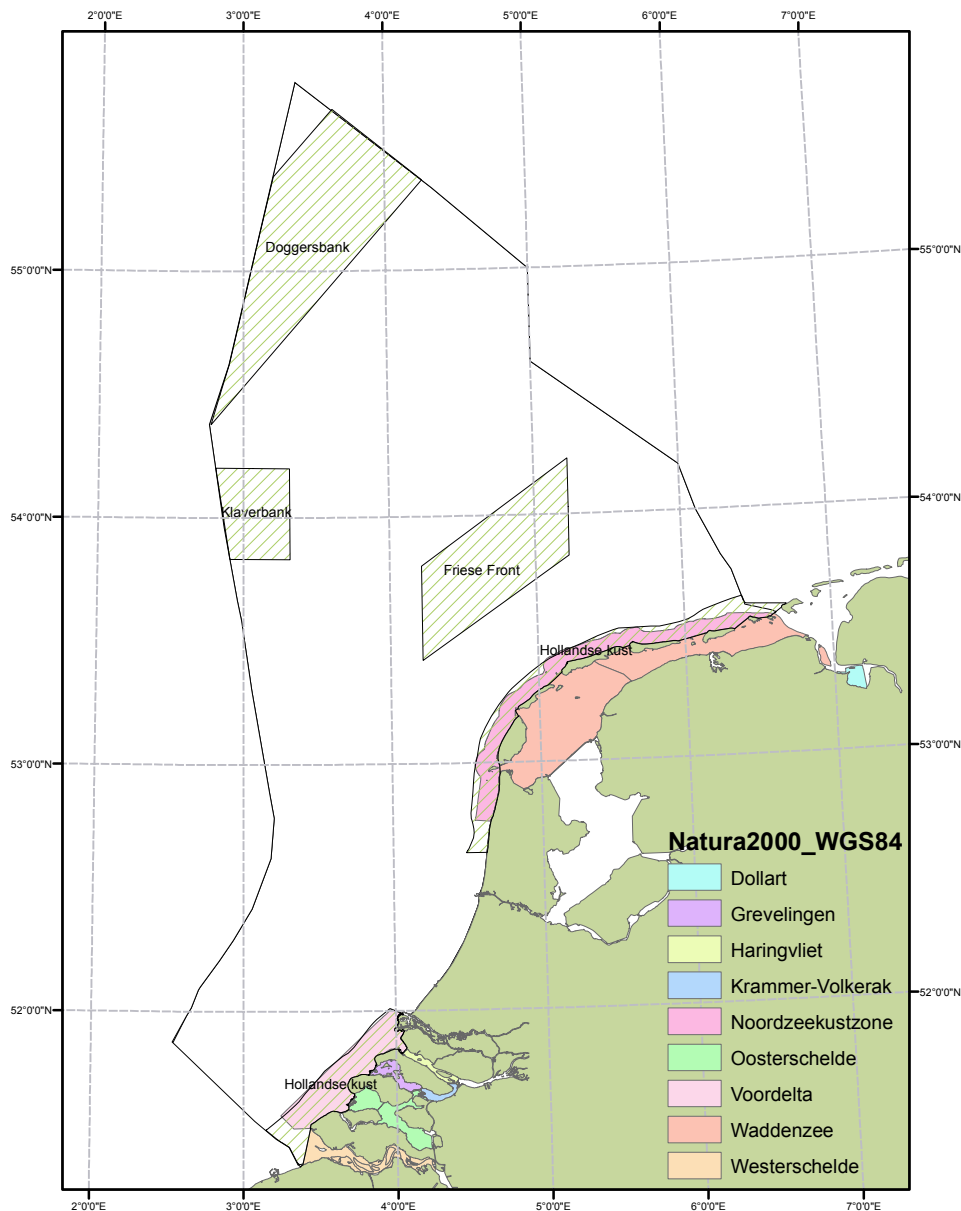
In het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 is een aantal gebieden aangewezen als potentieel te beschermen gebieden. Voor deze gebieden dienen instandhoudingsdoelen te worden opgesteld. Echter door de grote variatie van het mariene ecosysteem en het feit dat grote delen van de Noordzee al gedurende decennia enorm door menselijke activiteiten zijn beïnvloed, kleven hier een aantal problemen aan. In dit werkdocument worden deze nader uiteengezet en worden bouwstenen voor mogelijke oplossingen aangedragen.

Het werkdocument bevat een korte beschrijving van de (eventueel) te beschermen gebieden; een overzicht van natuurlijke en door de mens gecreëerde habitattypen; een beschrijving van de natuurlijke fluctuaties van het mariene ecosysteem en de mogelijke consequenties voor aanwijzing en beheer van te beschermen gebieden.

Gezien de grote variatie van het systeem is het vaststellen van instandhoudingsdoelen die gebaseerd zijn op het voorkomen van soorten en het daarna handhaven van zulke doelen in een dergelijk sterk wisselend systeem waarschijnlijk niet efficiënt. Voorgesteld wordt om beheersdoelen of managementdoelen te definiëren uitgaande van de beschreven habitatindeling. Het beheer zou gericht moeten zijn op de menselijke invloeden op de verschillende habitattypen waardoor men een rigide nastreven van mogelijk onbereikbare doelen voorkomt.

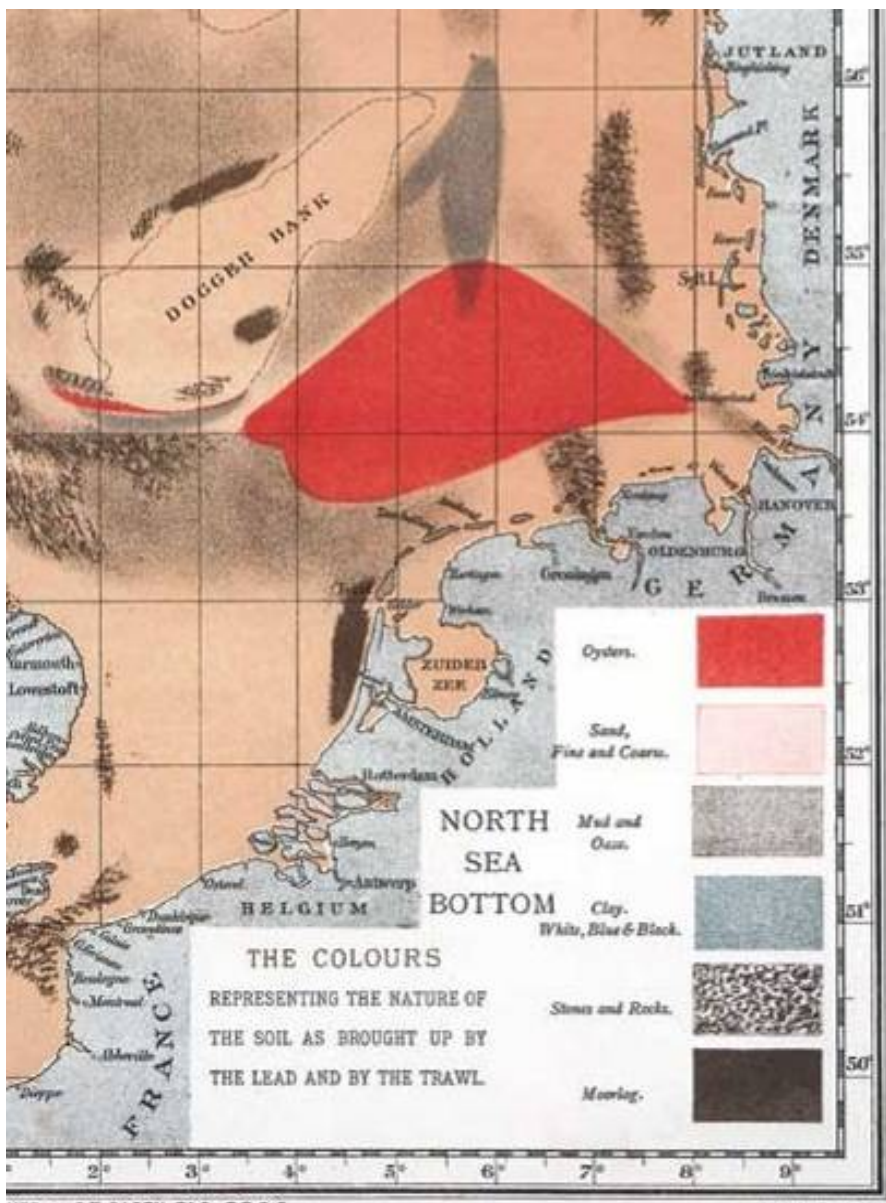
1 Inleiding

In het Integraal Beheerplan Noordzee 2015 is een aantal gebieden aangewezen als potentieel te beschermen gebieden (Figuur 1). Voor deze gebieden dienen nu instandhoudingsdoelen te worden opgesteld. Echter door de grote variatie van het mariene ecosysteem en het feit dat grote delen van de Noordzee al gedurende decennia enorm door menselijke activiteiten zijn beïnvloed, kleven hier een aantal problemen aan. In dit werkdocument worden deze nader uiteengezet en worden bouwstenen voor mogelijke oplossingen aangedragen.



Figuur 1. Te beschermen gebieden op de Noordzee (gestreepte vakken) en bestaande Natura 2000-gebieden.

De Noordzee wordt vaak genoemd als onze laatste wildernis. Als we naar de eindeloos voortgolvende zee kijken dan lijkt die perceptie ook terecht. Echter, onder water is van die wildernis in grote delen niet veel meer over. Door een voortdurende visserijdruk is het bodemecosysteem gewijzigd van een systeem met hoge biodiversiteit en relatief veel oudere exemplaren organismen in een verarmd systeem met een onnatuurlijke leeftijdsopbouw. Waar in de 'Piscatorial Atlas' van Olsen (1883) (Figuur 2) nog circa 10.000 km² oesterbanken lagen en een grof veengebied voor de Hollandse kust waarschijnlijk gekenmerkt werd door veel zogenaamde hardsubstraat organismen, ligt nu bijna overal een kale zandvlakte waar nauwelijks nog plaats is voor structuurvormende organismen. Eeuwen van visserij hebben dit systeem al enorm beïnvloed, en met de introductie van de grote boomkorkotters zo'n 50 jaar geleden zijn de veranderingen in versneld tempo doorgegaan. Door de voortdurende visserijdruk is circa 80% van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) al dusdanig veranderd dat hier sprake is van een zwaar beviste habitat, met alle kenmerken van dien.



Figuur 2: De Noordzeebodem zoals weergegeven in de Piscatorial Atlas van Olsen uit 1883.

Ook blijkt dat de variabiliteit van het systeem veel groter is dan wij meestal geneigd zijn te denken of te accepteren. Een belangrijk deel van deze variatie kent natuurlijke oorzaken. Zo verplaatsen visvoorkomens zich regelmatig, wat in de 13^e en 14^e eeuw al tot de zogenaamde haringoorlogen leidde, of verandert het gehele ecosysteem soms onverwachts (zgn. regimeverschuivingen) (Weijerman *et al.* 2005), waardoor bijvoorbeeld aan het eind van de 19^{de} eeuw de Noordzeevervisserij volledig instortte. Dit soort grote natuurlijke fluctuaties is van alle tijden en zal zich ook in de toekomst blijven voordoen.

Voor een dergelijk sterk beïnvloed en variabel systeem moeten nu instandhoudingsdoelen worden opgesteld. Maar wat willen we in stand houden? Het huidige beïnvloede systeem, het laatste restje meer natuurlijke systeem, of willen we toch een stukje semi-wildernis creëren? Waar halen we de gegevens vandaan om die instandhoudingsdoelen goed te beschrijven (en de voortgang te monitoren), aangezien vrijwel al onze gegevens al uit een sterk beïnvloed systeem komen? En hoe gaan we om met klimaatverandering?

Als we de zeebodem met het landoppervlak van Nederland vergelijken, zien we dat op land allerlei habitattypen zijn te onderscheiden: bossen, duinen, weilanden, stedelijk gebied, zoetwatergebieden, etc. Alle zijn in meer of mindere mate door de mens gecreëerd en beïnvloed. Op land beschermen we vervolgens unieke natuurgebieden met de Natura 2000-aanpak en benaderen we de andere habitattypen vanuit hun diverse functies. Ook onder water hebben we een dergelijke variatie aan habitattypen, waarbij een bodem die zwaar met de boomkor wordt bevestigd als het ware de habitat 'geploegde zeebodem' vormt, vergelijkbaar met landbouwgronden, terwijl mijnbouwplatforms of windmolens een hardsubstraat habitat vormen. Daarmee is de mens een habitatvormend wezen geworden die zowel op land als in zee een grote variatie aan habitattypen creëert. En het zijn deze menselijke activiteiten waar het beleid en beheer op kunnen sturen.

Een benadering vanuit habitattypen, menselijke beïnvloeding en beheerdoelen biedt voor toekomstig beleid mogelijk meer handvatten dan het aanwijzen van rigide of ruimere op soorten gebaseerde instandhoudingsdoelen voor kleine deelgebieden. In deze notitie wordt deze benadering nader verkend.

Eerst zal een korte beschrijving van de (eventueel) te beschermen gebieden worden gegeven (Hoofdstuk 2). Daarna worden natuurlijke (Hoofdstuk 3) en door de mens gecreëerde habitattypen (Hoofdstuk 4) beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op de natuurlijke fluctuaties van het mariene ecosysteem (Hoofdstuk 5) en op mogelijke consequenties voor aanwijzing en beheer van te beschermen gebieden (Hoofdstuk 6).

2 De Noordzee: laatste wildernis?

2.1 Algemeen

Geologische ontstaanswijze

De oorsprong van het Noordzeebekken gaat geologisch gezien terug tot het begin van het Tertiair. Toch is de huidige geomorfologie van de Noordzee grotendeels terug te voeren op processen uit het Pleistoceen en Holoceen. Tijdens de drie belangrijkste ijstijden lag het grootste deel van de Noordzee droog en voerden smeltwaterrivieren grote hoeveelheden sediment aan. Gletsjers vormden tunneldalen en eindmorenen met grind en steenbanken. Alleen in wat nu de noordelijke Noordzee is, werden mariene sedimenten afgezet. Tijdens de laatste ijstijd (Weichselien) was er sprake van een maximale ijsbedekking die zich van het noordoosten en noordwesten uitstreekte tot wat nu de Doggersbank is. De zeespiegel lag ongeveer 130 meter lager dan nu. Het landschap was dat van een poolwoestijn met een toendravegetatie zoals we die nu in arctische gebieden vinden. Met het verdwijnen van het ijs en het stijgen van de zeespiegel veranderde ook het landschap. Aan het eind van deze laatste ijstijd had het ijs zich terug getrokken en lag de waterspiegel nog altijd 60 tot 70 meter lager dan de huidige.

In het Holoceen raakte het hele gebied uiteindelijk permanent overspoeld waarmee het gebied het karakter van een ondiepe kustzee kreeg. Aan het begin van het Holoceen lag de kustlijn langs de Nederlandse kust waar nu de 20 meter diepte lijn ligt, dus iets ten westen van de huidige kustlijn. Door de geomorfologische processen die samenhangen met ijsbedekking, smeltwaterrivieren en stijgende zeespiegelniveaus bestaat de bodem van de Noordzee uit een mozaïek van reliëfvormen en bodemtypen. De zuidelijke Noordzee wordt gekenmerkt door vrij grove en veelal beweeglijke zanden van voornamelijk Holocene herkomst. Verder naar het noorden, waar getijdestroomsnelheden dalen doordat het gebied dieper wordt, bestaan de sedimenten uit heel fijn zand met lokaal zeer hoge percentages slib.

Seizoen en klimaat

Omdat de Noordzee in de gematigde klimaatzone ligt, vertonen de meeste processen een typisch seizoensverloop. Ten opzichte van de geografische breedtes waarbinnen de Noordzee ligt, zijn de watertemperaturen echter hoog. Minimale watertemperaturen worden doorgaans gevonden aan het eind van de winter en maximale aan het eind van de zomer. In de zuidelijke Noordzee ligt dat maximum op ongeveer 16 °C en het minimum op gemiddeld 5 °C. Door de grote invloed van de Atlantische instroom is de temperatuuramplitude in het noordwesten van de Noordzee beduidend kleiner: deze bedraagt maar enkele graden, globaal tussen de 6,5 en 9 °C.

Temperatuurtoleranties bepalen in sterke mate de verspreiding van flora en fauna. De Noordzee ligt in dat opzicht op de grens van het boreo-Atlantisch gebied en herbergt zowel soorten van zuidelijke als van noordelijke herkomst. Het effect van temperatuur is waarneembaar door bijvoorbeeld visverspreiding in het seizoen te volgen of door de verspreiding van macrobenthossoorten te bekijken. Extreem koude winters kunnen bijvoorbeeld voor massale sterfte onder "zuidelijke" soorten zorgen.

Nu de zeewatertemperatuur langzaam stijgt, worden steeds vaker typisch zuidelijke soorten in de Noordzee gevonden, terwijl andere soorten naar het noorden lijken op te schuiven. Het verloop van de temperatuurcycli staat sterk onder invloed van het jaarlijkse seizoensverloop. Hierdoor zijn de verschillen in de ruimte heel gradueel.

Voor het zoutgehalte zijn de ruimtelijke verschillen juist groot, vooral langs de grenzen met het land waar rivieren zoet water lozen. Dit is met name duidelijk in de zuidelijke Noordzee waar Rijn, Maas en Schelde uitmonden. In dit gebied worden veel grotere seizoensverschillen in saliniteit gevonden dan in de overige delen van de Noordzee.

Voedselketen

Net als op het land zijn alle hogere niveaus in de voedselketen afhankelijk van de primaire productie door planten, die in zee voornamelijk verwezenlijkt wordt door het fytoplankton. De fytoplanktongemeenschap in de Noordzee bestaat uit enkele honderden soorten die opgedeeld kunnen worden in twee categorieën. De eerste groep bestaat uit autochtone soorten die van nature in de Noordzee voorkomen en de tweede groep wordt gevormd door typische oceanische soorten. Deze laatstgenoemde soorten komen met het instromende Atlantische water mee en hun populaties in de Noordzee ontwikkelen zich afhankelijk van de omstandigheden sterk of minder sterk. De productie van organisch materiaal door fytoplankton kent grote regionale verschillen die ontstaan door hydrografische en klimatologische omstandigheden. De primaire productie is bijvoorbeeld afhankelijk van waterdiepte en de menging van de waterkolom, processen die de nutriëntbeschikbaarheid en lichtomstandigheden beïnvloeden waaronder de algen kunnen groeien. Na de winter is de Noordzee volledig gemengd. Op het moment dat door de toename van de lichtinstraling de temperatuur stijgt en zich een gelaagdheid in het water ontwikkelt, ontstaan er bloeien van voornamelijk grote diatomeeën.

De primaire consument van het fytoplankton is het zoöplankton. Dit dierlijk plankton bestaat uit zowel soorten die een tijdelijk planktonisch stadium hebben (meroplankton) als uit soorten die een volledige planktonische levenscyclus kennen (holoplankton). Typische vertegenwoordigers van deze laatste groep zijn copepoden (roepootkreeftjes). Doorgaans volgt de populatieontwikkeling van de copepoden de ontwikkeling van het fytoplankton. Alleen in het voorjaar, wanneer watertemperaturen nog laag zijn en het zoöplankton zich traag ontwikkelt, ontstaat er een gat tussen maximale abundantie van fyto- en zoöplankton. Hierdoor kan het algenmateriaal dat in deze periode wordt gevormd, massaal naar de bodem zinken waar het een belangrijke rol speelt als voedselbron voor het benthos, de ongewervelde dieren die in en op de bodem leven. Later in het jaar wanneer de zoöplanktonpopulatie zich goed heeft ontwikkeld, bezinkt bijna geen vers algenmateriaal meer doordat het zoöplankton alles weg graast. Het benthos raakt afhankelijk van geresuspendeerd (oud) materiaal en van de minimale hoeveelheden materiaal die aan begrazing door zoöplankton ontsnappen. De totale hoeveelheid primair materiaal dat in een zeegebied geproduceerd wordt, bepaalt uiteindelijk de biomassa van de hogere trofische niveaus in dat gebied. Voor het noordelijke deel van de Noordzee wordt de primaire productie geschat op 100 tot 200 mg C/m²/dag. Voor de zuidelijke Noordzee liggen de schattingen meer dan tweemaal zo hoog (250 tot 500 mg C/m²/dag). Dit patroon wordt weerspiegeld in de verspreiding en rijkdom aan bodemdieren.

Functies voor verschillende diergroepen

Door de heterogeniteit van de structuur en het functioneren van de Noordzee, zijn verschillende deelgebieden in de Noordzee op verschillende momenten voor verschillende diergroepen van belang. Vaak is er daarbij sprake van een door het seizoen gedifferentieerde rol. Dit geldt vooral voor hoog mobiele organismen zoals vis, zeezoogdieren en vogels. Haring, kabeljauw en schol hebben specifieke paai-, foerageer- en opgroeigebieden. Andere vissoorten gebruiken de Noordzee slechts tijdelijk als foerageergebied, of als expansiegebied in een periode dat de omstandigheden (tijdelijk) gunstig zijn. Voor andere soorten die min of meer toevallig in de Noordzee terechtkomen is de Noordzee vaak het eindstation. Ook zeevogels, dolfijnen en walvissen maken in tijd en ruimte gedifferentieerd gebruik van de Noordzee. Rondom de Noordzee broeden 28 verschillende soorten zeevogels. Tijdens het broedseizoen zijn zij afhankelijk van een combinatie van geschikte broedlocaties en

foerageergebieden. Dit beperkt deze zeevogels in hun verspreiding op de Noordzee en veroorzaakt een sterk seizoensbepaalde verdeling over de Noordzee. Voor bijvoorbeeld zeekoeten vormt het Friese Front in de nazomer een belangrijk foerageergebied terwijl zij zich in de zomer juist concentreren in het noordwestelijke deel van de Noordzee nabij hun broedkolonies.

De Nederlandse kustzone vormt voor een groot aantal overwinterende en doortrekkende soorten van buiten de Noordzee een belangrijk gebied. Tussen oktober en maart is het gebied dat loopt van de Voordelta tot en met de Waddeneilanden voor duikers van belang. Ook grote aantallen overwinterende en op schelpdieren foeragerende zee-eenden kunnen dan worden aangetroffen. Van de walvissen en dolfijnen worden bruinvis en witsnuitdolfijn als inheems beschouwd. Verder komen er een vijftiental soorten voor als onregelmatige tot regelmatige gast. Meestal beperkt hun verspreiding zich tot het gebied ten noorden van de Doggersbank en langs de Engelse en Schotse Oostkust. Incidenteel komen echte walvissen (bv. de bultrug) tot voor de Hollandse kust voor. Vaak stranden deze dieren.

Productiviteit, diversiteit en gebruik

De Noordzee is een uitgesproken voorbeeld van een hoog productieve kustzee die is omsloten door dichtbevolkte landen met een intensieve, op handel gebaseerde economie. De alsmar groeiende behoefte aan ruimte op het land heeft ook het ruimtegebruik op zee onder druk gezet. Zand en grindwinning, aanleg en uitbreiding van haventerreinen en aanleg van windmolenparken op zee illustreren dit. Het intensieve scheepvaartverkeer maar ook de visserij eisen allemaal een deel van de ruimte. Recentelijk is daar de bescherming van natuurwaarden bijgekomen.

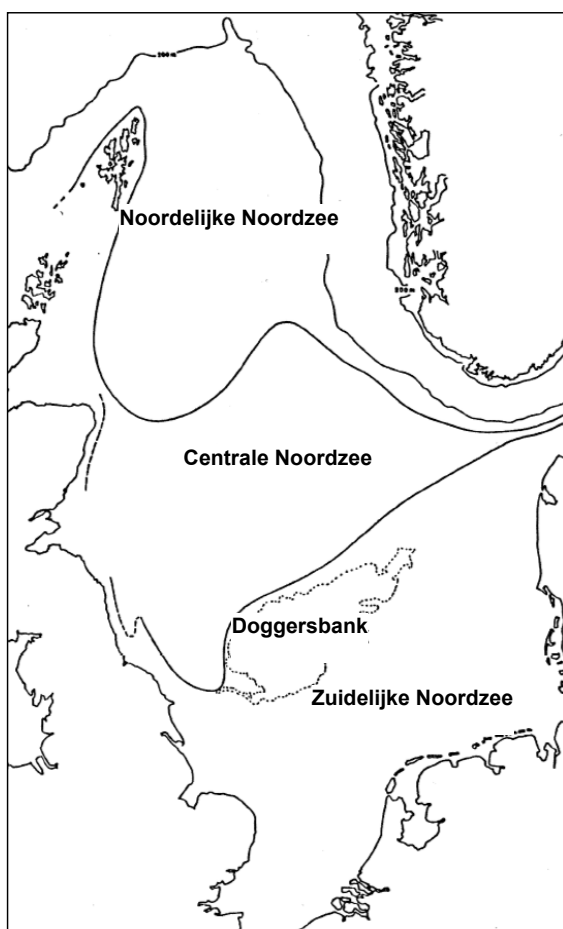
De grote regionale verschillen in bodemtype en hydrografie, zoals hierboven beschreven, vertalen zich in biologisch opzicht in een uitermate divers ecosysteem. In totaal zijn er voor de Noordzee 224 vissoorten bekend. Tijdens een bodembemonsteringscampagne met visserijonderzoeksschepen werden op 270 stations verspreid over het hele gebied maar liefst 456 epibentische organismen gevonden. Het totale aantal soorten ongewervelde bodemdieren wordt op minstens 3000 geschat. Maar het kunnen er gemakkelijk veel meer zijn. Tijdens een grote monstercampagne in 1986 werden alleen al 121(!) tot dan toe onbeschreven soorten meiobentische copepoden gevonden.

Nederlands Continentaal Plat

De Noordzee beslaat een oppervlak van ongeveer 575.000 km² en strekt zich uit vanaf 51°N tot 61°N. Het totale volume wordt geschat op 43.000 km³. De Noordzee is onder de omringende landen opgedeeld in economische zones. Meer relevant voor het functioneren van de Noordzee zijn echter de functionele regio's die kunnen worden onderscheiden op grond van watermassa, sedimenttype en diepte. Deze regio's hebben vaak een naam die uit de visserij voortkomt. In de zuidelijke Noordzee worden onder andere de Silverpit, Oestergronden en de Bruine Bank onderscheiden en in de noordelijke Noordzee onder andere de Fladen Gronden, Devils hole, Vissers Bank, en Viking Bank. Kenmerkend in de topografie van de Noordzee is de zuidwest-noordoost georiënteerde relatief ondiepe Doggersbank (18-30 m). Deze deelt de Noordzee op in een ondiep zuidelijke en een veel dieper noordelijke deel. Het begrip, zuidelijke, centrale en noordelijke Noordzee kan enige verwarring oproepen omdat deze regioaanduiding afhangt van de context waarin ze gebruikt wordt. Wanneer over de gehele Noordzee wordt gesproken, lopend van de 51° tot 61° NB, dan geldt de opdeling zoals gedefinieerd door Glenmerac (1973) (Figuur 3) Binnen deze opdeling bestaat de noordelijke Noordzee uit het deel ten noorden van de 100 m dieptelij. De centrale Noordzee is het gebied tussen de 50 en 100 m diepte contour en de zuidelijke Noordzee loopt tot en met de noordrand van Doggersbank (50 m diepte). In deze indeling valt het hele Nederlands Continentaal Plat (NCP) binnen de zuidelijke Noordzee.

Wanneer uitsluitend over het NCP wordt gesproken worden vormen de Doggersbank en noordrand van de Oestergronden het noordelijke deel van de Noordzee, de Oestergronden en Friese Front het centrale, en het gebied ten zuiden van het Friese Front het zuidelijke deel (Figuur 3).

Soms wordt zelfs onder de zuidelijke Noordzee uitsluitend het aller-zuidelijkste deel verstaan, d.w.z. alles bezuiden de lijn East Anglia - kop van Noord Holland. In de rest van dit document wordt altijd uitgegaan van de indeling van het NCP zoals hierboven beschreven, tenzij anders vermeld. Door de west-oost ligging vormt de Doggersbank een natuurlijke faunagrens die men kan herkennen in zowel de verspreidingspatronen van infauna (fauna in de bodem) en epibenthische macrofauna als bij vis.

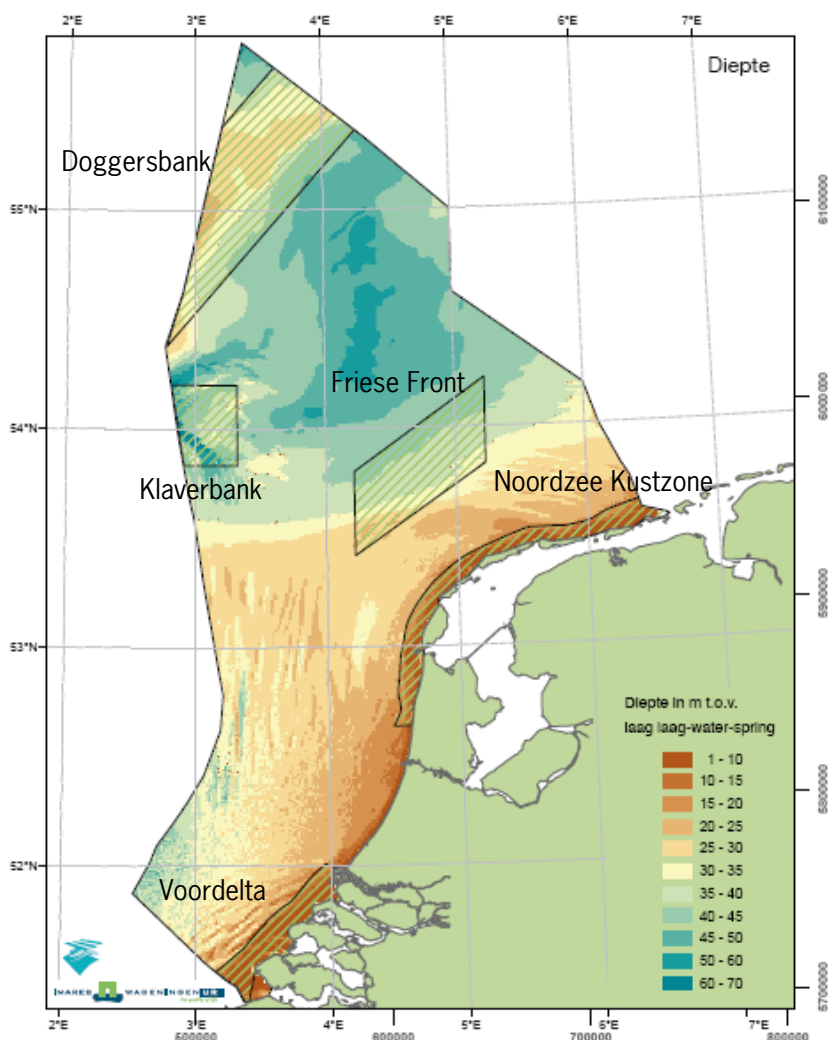


Figuur 3. Indeling gehele Noordzee (naar Glenmerac, 1973)

2.2 Friese Front

Met het Friese Front wordt een zeegebied aangeduid dat ten noorden van de Waddeneilanden ligt op een afstand van ongeveer 80 km uit de kust. Het voor bescherming aangemerkte gebied heeft een oppervlakte die ongeveer zo groot als het Nederlandse deel van de Waddenzee. Het Friese Front ligt op de overgang van de ondiepe zuidelijke en de diepere

centrale Noordzee (NCP). Grofweg wordt de zuidrand van het gebied afgegrensd door de 30 meter diepte lijn (Figuur 4). Het Friese Front wordt gekenmerkt door sterke gradiënten in zowel de waterkolom als de bodemgesteldheid. De aanwezigheid van enerzijds verschillende watermassa's en anderzijds een breed bereik aan bodemtypes maakt het gebied tot een typische overgangszone en daardoor zeer divers. Die diversiteit op grond van de abiotische factoren wordt nog versterkt door de karakteristieke processen die zich afspelen in het gebied.



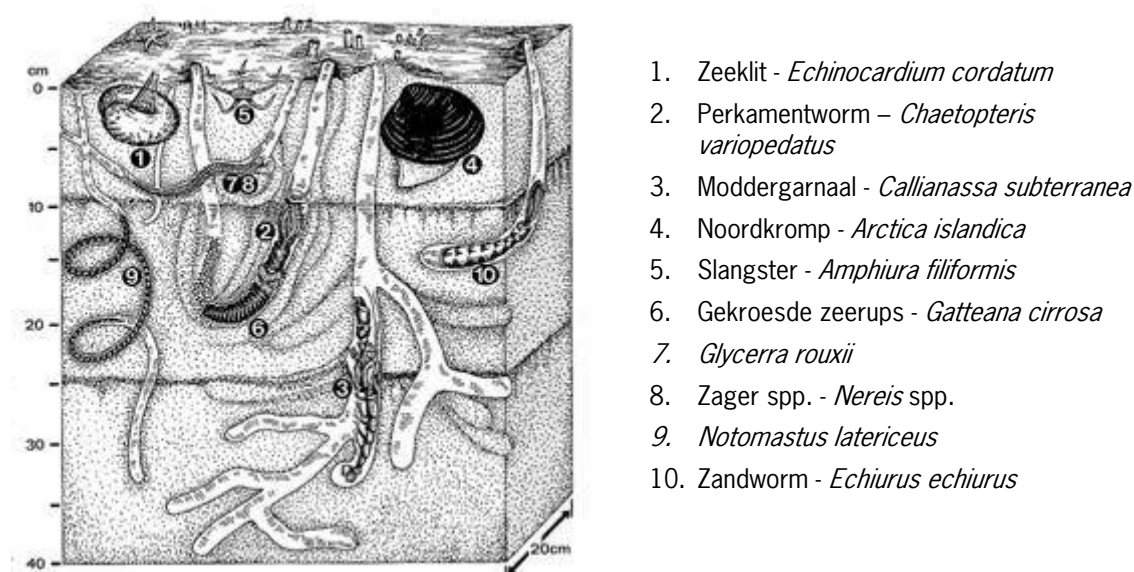
Figuur 4. Dieptekaart van het Nederlands Continentaal Plat (NCP)

Het was Creutzberg (1985; 1986) die het bodemfront als eerste beschreef. Tussen 1979 en 1985 voerde Creutzberg een serie van surveys op de Noordzee uit, met als doel de bodemfauna in de Noordzee in kaart te brengen. Het viel hem toen op dat in het gebied boven de Waddeneilanden een groot aantal soorten bodemdieren gezoneerd van zuid naar noord voorkwamen. Daarnaast waren van een aantal dieren de dichtheden in het gebied zeer hoog. Biomassabepalingen in het gebied laten inderdaad zien dat ten opzichte van de gebieden ten noorden of ten zuiden van het front de biomassa hoog is (14 tot 19 gram asvrijdroog/m²).

Wanneer naar de diversiteit van de bodemfauna wordt gekeken dan blijkt het Friese Front ook in dit opzicht boven de indices van de omringende gebieden uit te springen. Mede op grond hiervan is het gebied aangemerkt als een te beschermen gebied.

De bodem van de uiterste zuidrand van het gebied bestaat uit zand. Naar het noorden toe wordt de bodemsamenstelling steeds fijner. De mediane korrelgrootte varieert tussen de 100 en 180 μm . De overgang in sedimenttype ontstaat door de afnemende getijdestroomsnelheid in noordelijke richting, omdat het gebied daar steeds dieper wordt. Hier kan fijn zwevend materiaal bezinken. Centraal in het gebied ligt hierdoor een tong van fijn sediment met slibpercentages tot 20%. Weer verder naar het noorden, waar het Friese Front over gaat in de centrale Oestergronden, daalt het percentage slib en wordt de bodem weer zandiger.

De watertemperatuur in het gebied varieert tussen de 4 en 16°C en de saliniteit is vol-marien. Langdurige afwijkende weertypen hebben wel een sterke invloed op het gebied. Zo werden in de strenge winters 1985-1986 bodemwatertemperaturen van -1°C gemeten. Tijdens langdurige warme en rustige zomerse omstandigheden kan door de gelaagdheid van de waterkolom een zuurstofarme waterlaag boven de bodem ontstaan. Absolute zuurstofloosheid is in het gebied echter nooit waargenomen, het zuurstof verzadigingspercentage bleef tot nu toe op 40% hangen.



Figuur 5. Een tekening van een stuk bodem uit het Friese Front / Oestergrond gebied met daarin weergegeven de meest karakteristieke dieren en de wijze waarop ze in die bodem voorkomen (De Wilde *et al.* 1984).

Doordat het gebied een overgangszone vormt tussen de ondiepe zuidelijke en de diepe centrale Noordzee, zijn over een relatief kleine afstand een aantal uiteenlopende habitattypen en faunatypen te vinden. De hydrografische structuur met noordelijk en zuidelijk water vormt de natuurlijke scheiding tussen enerzijds het voorkomen van zuidelijke en anderzijds noordelijke soorten. Deze verdeling is zowel duidelijk bij zoöplankton als bij de in de bodem levende evertrebraten. Recent onderzoek (Witbaard *et al.*, in prep.) waarbij de zeldzame, in lage dichtheden voorkomende schelpdieren in kaart werden gebracht, bevestigden deze zonering.

Een aantal schelpdiersoorten komen massaal voor in het gebied (Figuur 5). De kleine (max. 15 mm) korfschelp (*Cordula gibba*) wordt langs de noordrand in dichtheden tot bijna 300 dieren per m^2 aangetroffen. Langs de zuidrand is juist *Nucula turgida* dominant aanwezig. Een andere soort die in hoge dichtheden voorkomt is de penhoren (*Turitella communis*). De meest

karacteristieke benthosoorten op het Friese Front zijn de slangster (*Amphiura filiformis*) en een aantal gravende kreeftjes (*Callianassa* en *Upogebia* spp). Behalve hun relatief hoge aantallen zijn vooral hun graafactiviteiten beeldbepalend. Gedurende rustige weercondities heeft de bodem een pokdalig uiterlijk en de bovenste laag van het sediment wordt door de graafactiviteiten volledig doorwoeld.

Eind van de jaren '80 van de vorige eeuw was de brokkelster heel algemeen in het meest slikkige deel van het Friese Front. Dichtheden konden oplopen van 1500 tot 2000 individuen per m². Met tegenwoordig ongeveer 200 volgroeide dieren per m² zijn de dichtheden nog maar een fractie van wat ze indertijd waren. De reden van deze achteruitgang is onduidelijk. Tal van verklaringen zijn aangedragen. Als oorzaak wordt genoemd de aan het klimaat gerelateerde ecosysteemverandering, maar de geobserveerde omslag van de fauna valt ook samen met een toename van boomkorvisserij in het gebied.

De habitatzonering in het Friese Front wordt ook duidelijk weerspiegeld in de visfauna. Langs de noordelijke (dieper gelegen) rand van het gebied zijn Noorse grondel, dwergbolk en steenbolk karakteristiek. In het zuiden op de meer zandige sedimenten worden juist kleine pietermannen en een combinatie van drie soorten grondeltjes gevonden. Ook de aantallen en biomassa van vis op het Friese Front zijn verhoogd. Dit betreft vooral de schaar, dwergtong, pitvis en wijting. Juist het voorkomen van deze laatste twee vissoorten lijkt een weerslag te zijn van hun voedselvoorkeur. In het frontgebied worden verhoogde concentraties pelagische vis aangetroffen. Het gaat dan vooral om jonge haring en sprot.

De grotere biologische rijkdom van het bodem- en pelagisch-ecosysteem heeft ook zijn weerslag op de vogelrijkdom van het gebied. Tellingen van zeevogels op, ten noorden en ten zuiden van het front laten duidelijk zien dat de aantallen op het Front 2 tot 3 keer hoger liggen dan daarbuiten. In de broedtijd zijn vooral sub-adulte noordse stormvogels en kleine mantelmeeuwen aanwezig. Na de broedtijd zijn vooral zeekoeten in grote getale aanwezig. Maxima worden aan het eind van de zomer (augustus-september) waargenomen. De aantallen zeekoeten zijn zo hoog dat regelmatig meer dan 1% van de Europese populatie in het gebied verblijft. Waarschijnlijk foerageren zij op de scholen jonge haring en sprot die profiteren van de verhoogde secundaire zoöplanktonproductie in de waterkolom. Juist het belang van het gebied als foerageer- en ruigebied voor zeekoeten kwalificeert het Friese Front als te beschermen gebied op grond van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Daarnaast voldoet het gebied aan een aantal binnen OSPAR gestelde criteria, onder andere de verhoogde biodiversiteit en het voorkomen van in OSPAR-kader afgesproken te beschermen soorten.

2.3 Oestergronden

De noordkant van het Friese Front gaat over in de "Oestergronden". Dit gebied is feitelijk de (maximaal 50 m) diepe kom tussen het Friese Front en de Doggersbank. Door de grotere waterdiepte ten opzichte van het Friese Front zijn stroomsnelheden laag en krijgen golven alleen bij de zwaardere stormen nog vat op de bodem. Als gevolg hiervan raakt het gebied zomers gelaagd en kan het bodemwater onderverzadigd raken met zuurstof (40% van normale verzadiging).

De sedimentsamenstelling en het sedimenttype lijken sterk op dat van het noordelijk deel van het Friese Front. Het bestaat uit fijn tot zeer fijn zand met een slibgehalte van tussen de 8 en 11%. De mediane korrelgrootte loopt uiteen van 90 tot 125 µm. Ook qua fauna lijkt het gebied wel op het Friese Front-gebied, met dien verstande dat de typische en kenmerkende "grof"zand soorten die langs de zuidelijke rand van het Front worden gevonden hier niet

voorkomen. De gemiddelde biomassa is ongeveer 10 g (asvrijdroog) per m², en in het noorden van het gebied over het algemeen lager dan langs de zuidelijke rand.

Het gebied de Oestergronden ontleent zijn naam aan de oesterbanken die hier van nature tot aan het eind van de 19^e eeuw voorkwamen. Op kaarten van een Engelse visserijatlas (zie Figuur 2) is het gebied aangegeven. Aanvankelijk werden oesters alleen als bijvangst meegenomen. Rond de eeuwwisseling ontstond er echter een gerichte visserij en werden per jaar tot meer dan één miljoen oesters uit het gebied verzameld. Vandaag de dag vindt men er af en toe nog slechts een losse lege oesterklep. Levende exemplaren worden eigenlijk nooit meer gemeld. Met het verdwijnen van oesters uit het gebied is een belangrijk structuurvormend element in de bodemfauna verloren gegaan. Oesters, die vaak geclusterd voorkomen, vormden het harde substraat in een gebied dat voor de rest uit zacht modderig sediment bestond. Daarmee vormden ze de ondergrond voor juist die soorten die een harde ondergrond nodig hebben als aanhechting (sponzen, hydroiden). Daarnaast vormden deze begroeide aggregaties met holtes en hoekjes schuilplaatsen voor kleinere bodembewonende organismen en jonge vis.

Tegenwoordig is de perkamentworm (*Chaetopterus variopedatus*) een van de meest kenmerkende soorten in de Oestergronden. De perkamentworm is een borstelworm die een u-vormige tunnel in het sediment maakt die wordt bekleed met een perkamentachtig materiaal. De in- en uitstroom staan enige centimeters boven het sedimentoppervlak. De zeer kwetsbare (slappe) worm pompt grote hoeveelheden water en zeeft daar het plantaardig materiaal uit. Een andere karakteristieke soort in dit gebied is de noordkromp, een groot tweekleppig schelpdier dat in de Noordzee leeftijden tot ver boven de 100 jaar kan bereiken.

In het noordoostelijke deel van de Oestergronden, buiten het voorgestelde te beschermen gebied, maar waarschijnlijk ook daarbinnen, komen zogenaamde pockmarks en gasfonteinen voor. Pockmarks zijn kratervormige depressies in een anderszins vrijwel vlakke zeebodem. De doorsnede van de "kraters" kan variëren van minder dan een halve meter tot tientallen meters. De dieptes ten opzichte van de omringende bodem variëren van slechts een enkele meter tot enige tientallen meters. Pockmarks ontstaan door het "explosief" vrijkomen van onder het sedimentoppervlak opgesloten vloeistof of gas dat uit de diepe ondergrond omhoog lekt. Pockmarks van waaruit daadwerkelijk methaan ontsnapt, worden gasfonteinen genoemd. Dit gas kan ontsnappen langs breukvlakken in de ondergrond. Daar waar gas langdurig wegglekt langs dezelfde route kunnen zandcarbonaatafzettingen ontstaan waarbij typische hardsubstraatstructuren worden gevormd. Mogelijkerwijs komen er actieve gasfonteinen aan de uiterste oostrand van de Oestergronden voor.

Het voornaamste ecologische effect is dat rondom het weglekkend gas een chemoautotrofe gemeenschap kan ontstaan van voornamelijk oerbacteriën (archaea). Maar er zijn ook hogere organismen die direct of indirect van het weglekkend gas gebruik maken zoals de tweekleppige *Lucinoma borealis*. De schaal van deze zeer specifieke habitat op het NCP is zeer klein en in recente surveys is tot nu toe nergens het typische kalkzandsteen aangetroffen.

2.4 Doggersbank

De Doggersbank is ontstaan in het Pleistoceen, maar de wijze van ontstaan is niet helemaal duidelijk. De herkomst van daar gevonden stenen suggereert een duidelijke Scandinavische invloed wat overeen stemt met de veronderstelling dat ze is gevormd in het Saalien door de ijsmassa's die de Noordzee vanuit Scandinavië bedekten. De sedimenten in het zuidwestelijk deel van de Doggersbank lijken vooral van Engelse herkomst te zijn. Aan het eind van de

laatste ijstijd had het ijs zich teruggetrokken en lag de waterspiegel nog altijd 60 tot 70 meter lager dan het huidige niveau. Ten zuiden van de Doggersbank ontstond een zoetwatermeer met drainage naar de Atlantische Oceaan in het zuiden via het Kanaal. Aanvankelijk ontstonden er ten zuiden van de Doggersbank condities (stijgende grondwaterspiegel, geblokkeerde waterafvoer) waarin zich veen kon vormen. In de ondergrond zijn deze veenpakketten terug te vinden, tot zelfs pal ten zuiden van de Doggersbank. Allengs liep het gebied verder onder water en ontwikkelde zich tot een getijdengebied.

De Doggerbank is thans een ondiepe zandbank die de gehele internationale Noordzee splitst in een noordelijk en zuidelijk deel. De bank ligt qua geografische breedte halverwege Engeland en loopt over een lengte van ongeveer 300 km van het zuidwesten naar het noordoosten. In het zuidwesten is de bank breed en ondiep. Naar het noordoosten toe wordt ze steeds smaller en dieper. Alleen de noordelijkste punt van het Nederlands Continentaal Plat valt over de Doggersbank heen. De rest is opgedeeld tussen Duitsland, Denemarken en Engeland, waar het ondiepste punt ligt. Door zijn geringe diepte, zijn oriëntatie en enorme afmetingen heeft de bank een groot effect op processen in de Noordzee. De waterdiepte op de bank varieert tussen de 18 en circa 30 meter terwijl de waterdiepte in de gebieden zowel ten noorden als ten zuiden al snel 2 tot 3 keer zo groot is. Door de geringe diepte breken de lange golven die in de diepe noordelijke Noordzee ontstaan juist hier en mengen ze de waterkolom. Het verschil tussen het gemengde water op de bank en het gelaagde water ten noorden van de bank geeft, net als bij het Friese Front, een getijdefront langs de noordwestelijke zijde van de Doggersbank.

Door zijn west-oost ligging vormt de bank een natuurlijke faunagrens. Ten noorden van de Doggersbank verschilt de fauna aanmerkelijk van die van de zuidelijke Noordzee. Een vergelijking van de epibenthische en visfauna illustreren dat duidelijk. Door zijn oriëntatie en ligging geeft de Doggersbank beschutting aan de Oestergronden voor winden en golven uit noordelijke richting. Getijdestromen, golfwerking en stroming als gevolg van wind kunnen voor een intense watermenging tot op de bodem van de ondiepste delen van de bank zorgen. Hiermee raakt licht organisch materiaal en fijn sediment gemakkelijk geresuspendeerd. De ondiepste delen bestaan dan ook uit grof zand met veel schelpgruis daarin. Het meeste van dit gruis bestaat uit oud (sub) fossiel schelpmateriaal. Op sommige plaatsen bestaat de bovenste bodemlaag vrijwel volledig uit dergelijke schelpfragmenten, omdat alleen deze zwaar genoeg zijn om te blijven liggen. De korrelgrootte van het oppervlakesediment loopt uiteen van ongeveer 100 tot 300 μm . Slibgehalten op de bank zijn laag en doorgaans minder dan 1%. De diepere zuidwestelijke hoek en de uiterste noordoostelijke punt van de bank bevatten als gevolg van de grotere diepte veel minder grof zand en zijn slibrijker (1-11%).

Onder andere door het grove sediment zit er weinig zwevend materiaal in het water en door de geringe diepte dringt er voldoende licht tot op de bodem door om groei van benthische diatomeeën te ondersteunen; een situatie die verder in de Noordzee weinig wordt aangetroffen, omdat het daar te diep of te ondoorzichtig is. De helderheid van het water op de Doggersbank resulteert in zowel een verhoogde benthische primaire productie als een hoge productie in de waterkolom. De Doggersbank is daarom productiever dan de omliggende gebieden. Er zou zelfs sprake zijn van relatief hoge primaire productie in de winter doordat de ondiepe waterkolom en de volledige menging er voor zorgen dat algen lang genoeg licht krijgen om te blijven groeien. Daarnaast is er "extra" productie langs hydrografische fronten die langs de noordelijke kant van de Doggersbank liggen. Door de ondiepte en directe golfwerking op de bodem blijft er weinig licht materiaal (detritus en slib) op de bodem liggen. Het gebied lijkt in dat opzicht sterk op de kustzone, wat weerspiegeld wordt in de verspreidingspatronen van soorten zoals *Tellina fabula* en diverse soorten borstelwormen.

Hoewel de totale biomassa per oppervlakte op de Doggersbank slechts de helft is van wat gevonden wordt in de Oestergronden of het Friese Front, zijn de totale aantallen dieren en de aantallen soorten op de Doggersbank relatief hoog. Het laagste aantal soorten (17 per bodemhap van 0,4 m²) wordt op de top van de bank aangetroffen terwijl het aantal soorten in de diepere (<30 m) slibrijke delen met 50 soorten per 0,4 m² aanmerkelijk hoger is. Tijdens het BIOMON programma werden er op de Doggersbank gemiddeld 33 soorten per bodemhap gevonden. Deposit feeders, dieren die leven van het organisch materiaal dat op en in de bodem ligt opgeslagen, zijn weinig algemeen. Daarentegen zijn filter feeders, zoals tweekleppige schelpdieren, die hun voedsel direct uit de waterkolom halen een relatief belangrijke component. Verder komen er gespecialiseerde amphipoden voor die diatomeeën begrazen die vastgehecht op zandkorrels groeien. De bentische fauna van de Doggersbank kan opgedeeld worden in vijf typen gemeenschappen. Het eerste en meest voorkomende type is de fauna die kenmerkend is voor ondiepe zandige delen. Deze gemeenschap lijkt op die van de kustzone. Het tweede type faunagemeenschap beslaat de zuidwestelijk hoek van de Doggersbank en de drie overige gemeenschappen de diepere delen rondom de bank.

Het Nederlands deel van de Doggersbank omvat twee van deze gemeenschappen, namelijk die van de ondiepe "top" gemeenschap en die van de zuidflank. De eerste is relatief arm aan soorten en wordt gekenmerkt door onder andere specialistische amphipoden (zoals *Bathyporeia* spp.), de tweekleppige *Tellina fabula* en een aantal soorten borstelwormen zoals *Sphiophanus bombyx* en *Owenia fusiformis*. Van de grotere bivalven zijn *Gari fervensis* en *Lucinoma borealis* kenmerkend. De kenmerkende fauna van de tweede gemeenschap, langs de diepere en meer slibrijke zuidflank van de bank, lijkt sterk op de fauna van de Oestergrond en wordt gedomineerd door de slangster *Amphiura filiformis* met zijn symbiont *Mysella bidentata*. Daarnaast komt de klein tweekleppige parelmoerneut (*Nucula nitidosa*) er veel voor.

Tussen 1950 en midden jaren tachtig is de fauna van de Doggersbank aanmerkelijk veranderd. Het aantal soorten is toegenomen, maar het betreft de kort levende opportunistische soorten. Juist de langlevende tweekleppige schelpdieren zijn achteruitgegaan gegaan. Deze faunaverschuivingen worden verklaard uit onder andere de effecten van hogere nutriëntentoevoer. De totale biomassa is relatief sterker gestegen dan diversiteit doordat een klein aantal soorten sterk in aantal en biomassa toegenomen. De rol van bodemvisserij is niet duidelijk omdat niet duidelijk is hoeveel er gevestigd wordt. Wel vindt er in het voorjaar visserij plaats op zandspiering die talrijk voorkomt in de relatief grove zanden. In hoeverre hiermee de Doggersbank van belang is voor zeevogels zoals alken en zeekoeten is evenmin duidelijk. Wel worden er met name langs de randen van de Doggersbank het hele jaar door relatief hoge concentraties zeevogels aangetroffen, ten opzichte van de ondiepe bank zelf.

2.5 Klaverbank

De Klaverbank heeft een bijzondere landschappelijke en ecologische status binnen het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Feitelijk is dit zeegebied het Zuid-Limburg van het NCP (Van Moorsel 2003).

De Klaverbank ligt aan de uiterste westrand van het NCP ten oosten van de Oestergronden en net ten zuiden van de zuidwesthoek van de Doggersbank. De diepte varieert tussen de 30 tot 50 meter. De Klaverbank wordt in twee delen opgesplitst doordat een 60 meter diepe geul, de Botney Cut, het gebied van noordwest naar zuidoost doorsnijdt.

Geschat wordt dat van de 900 km² die het gebied beslaat, ongeveer 1/3 deel grove sedimenten aan het oppervlak heeft liggen. Hier lopen grindgehalten uiteen van 30 tot zelfs 80%. Het sediment in de Botney Cut daarentegen bestaat uit zacht substraat met tot meer

dan 50% slib. Verder is in delen van het gebied het oppervlak bedekt met oud schelpmateriaal en hier en daar komt keileem aan het oppervlak. Slibpercentages variëren van enkele procenten tot 17% waar keileem daadwerkelijk tot aan het oppervlak komt of door het grind gemengd is.

Het in het gebied aanwezige grind, gravel en keileem vindt zijn herkomst in de laatste ijstijd (Weichselien), toen landijs zich vanuit Engeland tot het gebied uitstrekte. Na het terugtrekken van de enorme gletsjer bleef er een eindmorene achter. Smeltwater dat voornamelijk in oostelijke richting wegstroomde vormde beddingen die met grof zand en grind opgevuld werden. Deze grootschalige structuren zijn in opnamen met side-scan sonar en met seismisch onderzoek van de bodem van het gebied nog duidelijk waarneembaar. Door geomorfologische processen in het Holoceen zijn deze pleistocene sedimenten echter gemengd, verstoord en gesorteerd. Daarnaast is er over grote oppervlakten een dunne laag mariene zanden afgezet in de vorm van zogenaamde zand ribbons. Deze kan men zich voorstellen als zandruggen van enkele decimeters hoog en een breedte van enige tientallen meters die zich in de richting van de stroom georiënteerd hebben. Waarschijnlijk zijn deze structuren zeer dynamisch en past de exacte ligging en vorm zich voortdurend aan de overheersende waterstroming aan.

De diepte van de Klaverbank is dusdanig dat de bodem alleen beroerd raakt onder zwaardere weerscondities. Er zijn daadwerkelijk aanwijzingen dat bij de zwaarste zeegang ook de grindfractie in beweging kan komen. Toch betekent de combinatie van het grove sediment met de grote waterdiepte dat resuspensie van fijn bodemsediment niet of nauwelijks optreedt. Als gevolg hiervan is het water helder en het doorzicht groot. De inventarisaties van Van Moorsel toonden aan dat er tot op een diepte van 39 meter korstvormende kalkroodwieren voorkomen, soorten die voor het NCP onbekend waren. Juist door de aanwezigheid van grove sedimenten kent het gebied een bijzondere fauna waarin sessiele (vastzittende) organismen een belangrijke rol spelen.

Plekken met zeer hoge grindgehalten worden afgewisseld met plekken die uit grof zand bestaan. Soms zijn er stroomribbels aanwezig in deze zandige plekken. Verder zijn er oppervlakten met vrijwel uitsluitend oud schelpmateriaal bedekt. Verspreid liggen keien met doorsneden van 30 tot 80 cm. De verspreiding en dichtheden van deze grote stenen is onregelmatig. De Klaverbank is dus een gebied waar over relatief korte afstanden zeer uiteenlopende habitats voorkomen. Er is ruimte voor zowel sessiele organismen als voor fauna die zachte substraten prefereren.

Deze heterogeniteit speelt zich op zowel een microschaal als op veel grotere schaal (enkele tot honderden meters of kilometers) af. Ten opzichte van de andere als te beschermen aangemerkte gebieden in het Nederlands deel van de Noordzee is het juist dit aspect wat de Klaverbank zo bijzonder maakt. In het gebied zijn 376 soorten organismen aangetroffen, waarvan 319 soorten macrobenthos. Ten opzichte van andere gebieden in de Noordzee zijn er 44 soorten die alleen hier worden aangetroffen. Verder moet de kanttekening gemaakt worden dat voor meiofauna van de Klaverbank vrijwel niets bekend is omdat deze fauna van grove sedimenten zeer moeilijk is te bemonsteren. Het kan echter verondersteld worden dat juist in deze faunagroep talloze onbeschreven soorten voorkomen.

Het voorkomen van de diverse soorten in de diverse deelgebieden lijkt sterk gestuurd te worden door fysische factoren. Vooral sedimenttype, uitgedrukt als mediane korrelgrootte, slibgehalte of grindfractie zijn sterk verklarend voor de soorten die aangetroffen worden. Het gravende kreeftje *Callianassa subterranea* dat in zeer hoge dichtheden op het Friese Front voorkomt, komt ook op de diepe slibrijke delen van de Klaverbank voor en profiteert waarschijnlijk van de aanwezigheid van keileem waarin het dier zijn gangenstelsel kan maken. Andere soorten komen juist voor in de grove zanden, zoals het lancetvisje of het zeeboontje.

Het grote verschil tussen de Klaverbank en bijvoorbeeld het Borkumer Rif, de Texelse Stenen of Vlieland Ground, waar ook grof sediment aan het oppervlak komt, is de schaal (oppervlakte) waarover het grof sediment voorkomt. Daarnaast speelt het verschil in waterdiepte een rol waardoor de effecten van waterbeweging als gevolg van wind en zeevang in deze ondiepe gebieden veel groter is.

Een aantal soorten komt algemeen voor op de Klaverbank. Dit zijn onder andere de borstelworm *Notomastus latericeus*, het kreeftje *Upogebia deltaura* en het zeeboontje, een ongeveer 1 cm groot zee-egeltje dat in dichtheden tot 40 per m² voorkomt. Deze soorten hebben niet altijd de grootste abundantie of de hoogst mogelijke dichtheden. Sporadisch worden in het gebied ook soorten als de noordkromp en wulk gevonden. De wulk kan zich hier redelijk handhaven doordat er voldoende vast substraat is voor het afzetten van eipakketten. Verwant aan de wulk is de slanke noordhoren. Een soort die vrijwel nergens anders op het NCP wordt gevonden omdat het een typische noordelijke soort is die op de Klaverbank aan de zuidelijkste rand van zijn verspreiding zit en mogelijk het gebied koloniseert via de diepe Botney Cut.

Karakteristieke soorten voor de Klaverbank zijn juist die soorten die gebonden zijn aan de grove, zeer permeabele zanden of juist diegene die vastgehecht zitten op stenen. Dodemansduim is bijvoorbeeld een zacht koraal dat veel in het gebied wordt aangetroffen. Andere typische soorten zijn de tweekleppige schelpen *Dosina exoleta* en *Macoma crassa*, die een stevige dikke schelp hebben en daardoor goed zijn aangepast aan mobiliteit van het grove sediment.

Op de Klaverbank alleen zijn al 168 epibenthische soorten aangetroffen, vele sessiel. Grind met korrelgroottes groter dan 30 mm is begroeid, wat suggereert dat het redelijke stabiel ligt. De sessiele organismen zijn belangrijk omdat ze losse bodemelementen kunnen verkitten en de bodem dus nog minder gevoelig maken voor verstoring door golven en waterbeweging.

Sidescan sonaropnamen in het gebied laten echter veel sporen van bodemvisserij zien en omdat sleepnetvisserij in deze habitat een zeer grote invloed heeft op de vastzittende bodemorganismen, kan er vanuit gegaan worden dat grote delen van de epibenthische structuur verstoord en daardoor onderontwikkeld zijn. Door herhaaldelijke omwoeling worden stenen gekanteld en verplaatst. Het effect is dat telkens weer de successie van de sessiele gemeenschap teruggezet wordt in de tijd.

Voor een aantal vissoorten die hun eieren op grove sedimenten afzetten, vormt de Klaverbank een goede potentiële paaigrond. Dit geldt voor kabeljauw en haring. Scholen vis in de Botney Cut die het gebied doorsnijdt, trekken visetende vogels aan zoals zeekoeten.

De Klaverbank is een relatief weinig onderzocht gebied. Door het afwijkende bodemtype met hoge concentraties grind en stenen moet er met zeer specialistische bemonsteringsapparatuur worden gewerkt. Onderzoekers lieten het gebied daarom vrijwel links liggen. Toch ontstond er eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw behoefte aan meer ecologische kennis omdat men er eventueel grove sedimenten zoals metselzand en grind zou willen winnen omdat de voorraden op land uitgeput raakten. Sindsdien wordt er in het gebied onderzoek onder regie van Rijkswaterstaat uitgevoerd. Aanvankelijk richtte het onderzoek zich op de effecten van grind- en zandwinning. Zowel korte- als langetermijneffecten werden bestudeerd. Momenteel is het meer gericht op een vollediger systeembeschrijving omdat inmiddels duidelijk is dat de lokale grind- en zandvoorraden feitelijk te klein zijn voor commerciële winning maar duidelijk werd dat juist de Klaverbank een heel uniek gebied voor het Nederlandse deel van de Noordzee is omdat de grove sedimenten over grote oppervlakten huisvesting bieden aan een bijzondere levensgemeenschap.

3 Natuurlijke habitattypen

Van oorsprong worden de habitattypen onder water bepaald door de fysische en morfologische karakteristieken van deelgebieden. Zeestromingen, diepte en bodemgesteldheid zijn daarbij sturend. Ondiepe (kust)gebieden, fronten, zand, slib en stenen bepalen welke organismen zich ergens kunnen vestigen. Op hun beurt kunnen organismen zoals schelpdieren zelf habitatvormend werken. Een voorbeeld zijn de grote oesterbanken die tot circa 1900 circa 20% van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) bedekten (zie Figuur 2, p. 10). Hierop konden zich weer allerlei andere organismen vestigen. Op het NCP kunnen we de volgende natuurlijke habitattypen onderscheiden.

3.1 Fronten

Fronten ontstaan waar twee watermassa's bij elkaar komen. Door dichtheids- of temperatuurverschillen ontstaan mengprocessen die de primaire productie bevorderen. Dit leidt lokaal tot meer voedsel, wat vissen, vogels en zeezoogdieren aantrekt. Omdat fronten zich in de waterkolom bevinden is de positie enigszins variabel en is niet direct een ruimtelijke plaats aan te wijzen waar het front altijd tot de pelagische habitat fronten leidt. Voorbeelden zijn de fronten langs de Hollandse kust waar kustwater, inclusief rivierwater en Kanaalwater, bij elkaar komen. Een uitzondering vormt het Friese Front, waarvan de positie wel min of meer vast ligt. In dit gebied ten noorden van de Waddeneilanden spelen een aantal fysische factoren tegelijkertijd een rol. Allereerst loopt het kustfront hier langs. Verder vormt het Friese Front de overgang van ondiepe kust naar dieper water waardoor stroomsnelheden afnemen en materiaal bezinkt, wat nog versterkt wordt doordat de getijverschillen hier het kleinste zijn. Ook vormt het gebied de grens van het 's zomers gestratificeerde water van de Oestergronden en komt er een zeestroom langs vanaf de Engelse kust die veel erosiemateriaal aanvoert. Al deze processen samen leiden tot het unieke Friese Front met hoge biomassa van bodemdieren, veel vissen en veel vogels. Hoewel de sturende fysische factoren ieder jaar wel enigszins van plaats kunnen veranderen, komt het geheel in een duidelijk te onderscheiden gebied bij elkaar en is er sprake van een duidelijk ruimtelijk aan te geven gebied Friese Front. Door de unieke combinatie van meerdere lokale factoren is het waarschijnlijk ook mondiaal gezien een uniek gebied.

3.2 Zand

Een groot deel van het NCP heeft een zandige bodem. Met name in de zuidelijke helft van het NCP heeft deze habitat een structuur met zandgolven en "wandelende onderwaterduinen" tot een paar meter hoog. Met uitzondering van de kustzone is er in de zuidelijke helft een vrij egale verspreiding van bodemfauna, die lokaal wel hoge biomassa's kan bereiken. Hetzelfde geldt voor de visfauna. Alleen daar waar harde substraten, bijvoorbeeld stenen of scheepswrakken voorkomen, bevindt zich een te onderscheiden fauna met soorten die zich alleen door hechting aan harde ondergrond in het gebied kunnen handhaven of die daaronder een schuilplaats vinden.

3.3 Zandbanken

Zandbanken zijn te onderscheiden structuren in de zandgebieden en zijn ook in de Habitatrichtlijn aangewezen als een te onderscheiden habitat. Deze habitat wordt in de

richtlijn aangeduid als habitat 1110. Hierbij is een zandbank gedefinieerd als een aan weerskanten aflopende zandrug waarvan het ondiepste punt vaak minder dan 20 m onder het wateroppervlak ligt. Het kustgebied is ook als zodanig te beschouwen, waarbij de zandrug natuurlijk maar aan één kant afloopt.

Op het NCP zijn de kustzone, een aantal zandruggen voor de zuidelijke Deltakust en de Doggersbank te onderscheiden als zandbanken. De top van de Doggersbank ligt op het Engelse Plat en is ondieper dan 20 m. In een dergelijke ondiepe omgeving bereikt veel golfenergie de bodem en is vaak sprake van een unieke fauna, die zich echter meestal niet onderscheidt door een hogere biodiversiteit. Meestal vormen zich fronten langs de hellingen van de banken waardoor daar lokaal wel hoge biomassa's van bodemdieren worden aangetroffen die vissen en vogels aantrekken.

3.4 Slib

In het noordelijke centrale deel van het NCP bevindt zich een groot slibgebied. Het centrale deel hiervan staat bekend als de Oestergronden en op de oude kaarten van Olsen (1883) (zie Figuur 2) staat dat een groot deel van dit gebied uit oesterbanken bestond. Waarschijnlijk vormde deze oesterbanken met de aangehechte fauna een eigen habitat. Deze is nu geheel verdwenen, maar het slibgebied onderscheidt zich nu wel door een verhoogde biodiversiteit.

3.5 Grind

Het enige grindgebied op het NCP bevindt zich bij de Klaverbank. Grindgebieden met een eigen unieke aangehechte fauna zijn in de Habitatrichtlijn aangewezen als een te onderscheiden habitat. De Klaverbank heeft een duidelijk hogere biodiversiteit dan het omringende gebied. Recent zijn aanwijzingen gevonden dat hier ook hogere dichtheden vogels en walvisachtigen worden gevonden.

In het verleden bevond zich ten noorden van Texel een gebied met stenen, de "Texelse Stenen" genaamd. Vermoedelijk had dit gebied ook een verrijkte fauna. De stenen zijn echter door intensieve visserij vrijwel volledig opgevist of onder het zand verdwenen en er lijkt geen sprake meer te zijn van een te onderscheiden habitat.

Ook ten noorden van het Duitse eiland Borkum bevindt zich een gebied met stenen dat een kleine uitloper heeft op het NCP. Duitsland heeft haar deel als apart te beschermen habitat aangewezen. Of het Nederlandse deel hier ook voor in aanmerking komt wordt momenteel door middel van een literatuurstudie onderzocht.

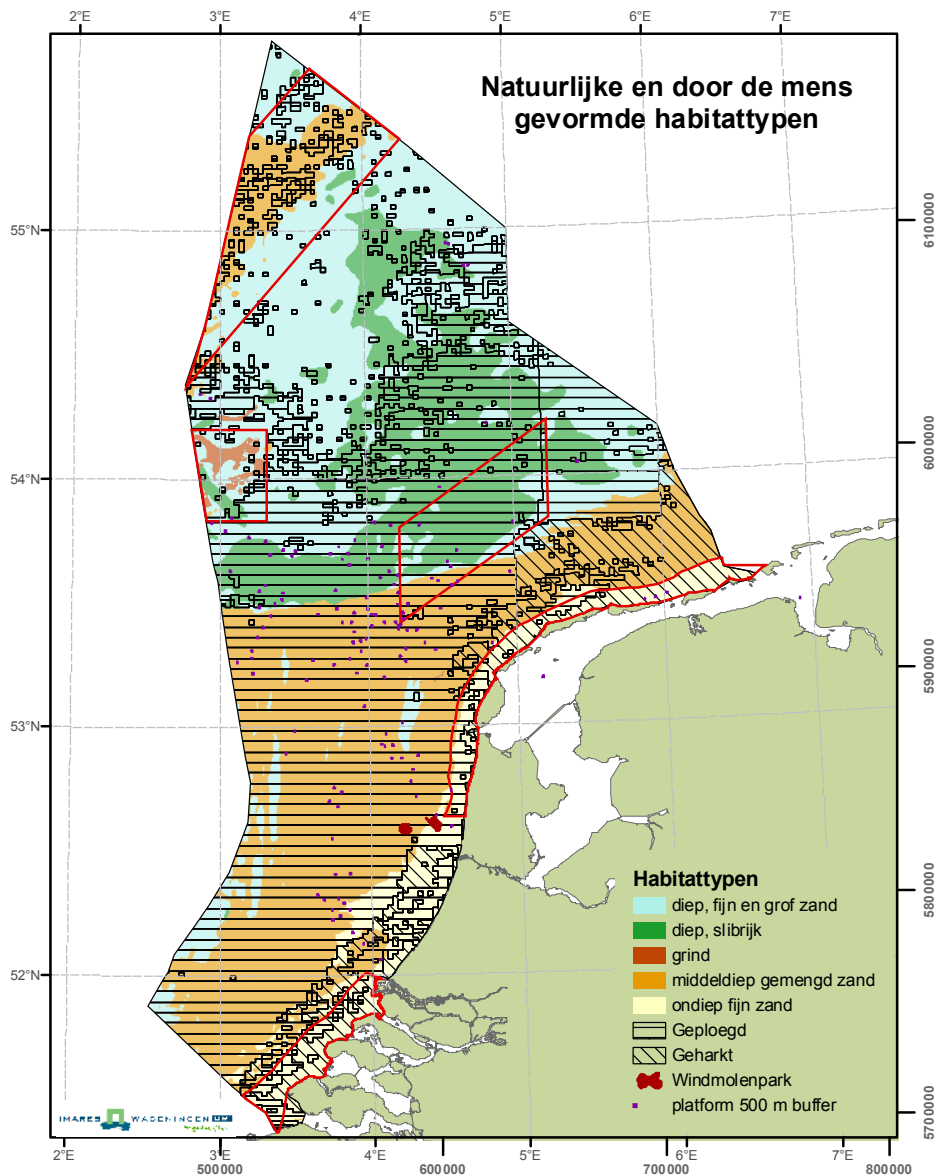
3.6 Schelpenbanken

In het verleden vormden de oesterbanken waarschijnlijk een te onderscheiden habitat op het NCP (Olsen 1883) (zie Figuur 2). Van het totaal oppervlak van 10.000 km² (20 % van het NCP) dat door oesterbanken werd ingenomen is nu niets meer over. Waarschijnlijk zijn deze oesters door een combinatie van verandering van klimaat, zeestromen en overbevissing volledig verdwenen. Het voorkomen tot zo'n honderd jaar geleden laat echter wel zien dat oesterbanken een op het NCP voorkomende habitat kunnen vormen

Ook spisula's en mesheften kunnen in banken voorkomen. Deze organismen zitten echter grotendeels in het sediment en vormen geen aanhechtingsplaats voor andere organismen. Als zodanig vormen ze geen te onderscheiden habitat. Wel vormen zij dikwijls een belangrijke voedselbron voor vogels, zodat ze een rol spelen in Vogelrichtlijngebieden.

4 Door de mens gecreëerde habitattypen

De menselijke invloed is inmiddels zo groot geworden dat een aanzienlijk deel van de hierboven beschreven natuurlijke habitattypen wezenlijk zijn gewijzigd. Vooral de visserij heeft door schaal en intensiteit een voortdurende grote invloed op de voor de habitattypen kenmerkende fauna. Indien deze menselijke invloed een structureel karakter heeft, is sprake van een habitatvormende invloed. In het volgende deel worden deze door de mens gecreëerde habitattypen nader omschreven (**Error! Reference source not found.**).



Figuur 6. De verspreiding van habitattypen over het Nederlands Continentaal Plat (NCP).

4.1 Geploegde zeebodem

De boomkorvisserij met wekkerkettingen is ingericht voor het vissen op tong en schol. Omdat deze vissen vaak enigszins ingegraven op de bodem liggen, gebruikt men kettingen om ze op te jagen. Deze kettingen schrapen over de zeebodem. Door het grote aantal kettingen (tot circa 15) dat men gebruikt, wordt het sediment tot op een diepte van 2 tot 6 cm verstoord, waarbij het effect van de verstoring vergelijkbaar is met die van ploegen van het land. Zowel de op als in de bodem zittende fauna wordt hierbij weggevangen, gedood of verspreid. In gebieden waar de boomkorvisserij regelmatig plaatsvindt, ontstaat hierdoor de habitat "geploegde zeebodem".

De geploegde zeebodem kenmerkt zich allereerst door het ontbreken van oudere structuurvormende organismen en de daaraan gekoppelde fauna. Ook is er sprake van een verlaagde biodiversiteit van bodemdieren en ontbreken organismen die zich pas op oudere leeftijd voortplanten of weinig nakomelingen produceren. Ten slotte zijn populaties onnatuurlijk opgebouwd door het ontbreken van oudere exemplaren. De combinatie van een hoge visserijdruk door de a-selectieve boomkorvisserij en de beschadiging van alle op en tot circa 6 cm in de bodem zittende fauna is hier de oorzaak van. Ook de aanwezigheid van waarneembare sporen van vistuigen, met name van de sloffen, is een kenmerk van dit habitatype.

Zowel bevissing met de 12-m boomkor als met de 4-m boomkor, beiden met kettingen, leiden tot dit habitatype. Ook regelmatige schelpdiervisserij met zuigkorren, bijvoorbeeld op strandschelpen, kokkels of mesheften, leidt tot het geploegde habitatype. Het grootste deel van het NCP bestaat uit dit habitatype (zie **Error! Reference source not found.**).

4.2 Geharkte zeebodem

Gesleepte vistuigen die geen onderdelen hebben die over en door de bodem schrapen, zoals gebruikt door de garnalervisserij of de bordervisserij, hebben wel invloed op de organismen die op de bodem leven (epifauna), maar beïnvloeden de fauna die in de bodem leeft (infauna) veel minder. In gebieden waar deze vorm van visserij veel voorkomt, leidt dit tot de habitat "geharkte zeebodem".

De geharkte zeebodem kenmerkt zich door het ontbreken van oudere structuurvormende organismen, een verlaagde biodiversiteit van op de bodem levende soorten, en een onnatuurlijke leeftijdsopbouw van de populaties die door deze vormen van visserij worden gevangen, gedood of beschadigd. Dit habitatype onderscheidt zich van het geploegde habitat door een relatief ongestoorde infauna. Afhankelijk van de visserij-intensiteit zijn de effecten op de epifauna vergelijkbaar. De geharkte zeebodem bevindt zich in gebieden waar weinig of niet met boomkorren met wekkerkettingen gevist wordt. Voorbeelden zijn sommige kustgebieden, zoals ten noorden van de Waddeneilanden, lokaal voor de Zeeuwse en Hollandse kust (zie **Error! Reference source not found.**), en het sublitoraal van de Waddenzee.

Ook de elektrische pulskor sleept meer over dan door de bodem en dit type visserij leidt tot het geharkte type habitat. Bij vervanging van de kettingvisserij door elektrische visserij zou het geploegde habitat zich geleidelijk kunnen ontwikkelen tot het geharkte habitat.

4.3 Windmolenpark

Windmolenparken kenmerken zich door de harde structuren van de windmolens zelf, de steenstort rond de molens en door uitsluiting van ander menselijk gebruik in een zone rondom de parken, en zullen daarom leiden tot een duidelijk te onderscheiden habitatype. De harde substraten van de palen en de steenstort bieden mogelijkheden tot vestiging van organismen die zich alleen hier kunnen handhaven als ze aan dit soort substraten kunnen hechten. Dit geldt voor schelpdieren als mosselen, anemonen, algen en zeewieren, etc. Door de toegenomen habitatcomplexiteit ontstaan er ook nieuwe niches die ingevuld kunnen worden door additionele soorten. Als zich een rijke flora en fauna op palen en stenen heeft gevormd trekt dit ook andere organismen, zoals schaaldieren en vissen aan en ontstaat een gebied met een verhoogde biodiversiteit. Ook in het verleden bevond zich hard substraat in de Nederlandse kustzone in de vorm van grof turf (moorlog op de kaart van Olsen uit 1883) (zie Figuur 2, p.10) waarop dit soort organismen ongetwijfeld ook voorkwamen, maar dat is de afgelopen 100 jaar verdwenen. Het verschil met vroeger is dat de palen van de windmolens tot boven het wateroppervlak reiken en er nu dus over de volle waterkolom hard substraat aanwezig is waarop zich organismen kunnen vestigen.

Daarnaast is het windmolenpark voor minimaal 20 jaar gesloten voor de visserij. Beide al gerealiseerde windmolenparken en alle geplande parken liggen binnen het habitatype geploegde zeebodem. Door het verbieden van de visserij in dat gebied kan de fauna zich van de visserijdruk herstellen zolang het park er staat.

Concluderend, het habitatype “windmolenpark” wordt gekenmerkt door een sterk verhoogde biodiversiteit, met een verhoging van zowel hardsubstraat soorten als van soorten in zandige gebieden die zich bij hoge visserijdruk niet kunnen handhaven.

Als men ecologische waarde hecht aan dit type habitat, waarbij afgezien van exoten, alle zich vestigende organismen kennelijk van nature in dit gebied voorkomen, zou men kunnen overwegen om in plaats van vele kleine aparte windparken aan te leggen, deze te combineren in één of twee grote windparken, waardoor een aanzienlijk oppervlak van dit habitatype kan ontstaan, wat door de tijdsfasering van de parken ook zo lang zou bestaan als er windenergie op zee wordt gewonnen.

4.4 Mijnbouwplatform

Mijnbouwplatforms voor de winning van olie en gas vormen een hard substraat voor organismen die zich hierop kunnen vestigen zoals mosselen, algen, wieren, anemonen etc. Daarnaast is de zone met een straal van 500 m rond het platform een verboden visgebied en is hier dus gedurende de levensduur van een platform geen sprake van een geploegde of geharkte zeebodem, wat het in bijna alle gevallen wel was voor de plaatsing van het platform. De habitat “mijnbouwplatform” wordt gekenmerkt door een hogere biodiversiteit. De habitat onderscheidt zich van het omringende gebied door de aanwezigheid van vooral hardsubstraat soorten, en van soorten die zich onder hoge visserijdruk niet kunnen handhaven in het zandige gebied, maar wel genoeg hebben aan de 0,6 km² gesloten gebied rond het platform. Voor een verdere beschrijving zie ook onder windmolenpark. De ontwikkeling van dit habitatype is afhankelijk van de levensduur van het platform, en als het platform wordt verwijderd verdwijnt ter plaatse ook dit habitatype.

4.5 Zandwinputten

De huidige winning van zand op het NCP leidt feitelijk niet tot een nieuw habitatype. Per winning mag tot 2 m diep gewonnen worden en de winning verplaatst zich per keer naar andere gebieden waardoor geen sprake is van een voortdurende habitatvormende druk. Het directe effect van zandwinning is lokaal zeer groot omdat vrijwel altijd alle ter plekke aanwezige bodemfauna wordt gedood en er in eerste instantie een tamelijk kale zeebodem achterblijft. Echter na de zandwinning treedt herstel op. Afhankelijk van de populatiekarakteristieken van de vernietigde fauna zal dit een aantal jaren in beslag nemen. Daarna zal de habitat zich geleidelijk weer herstellen tot het type dat het vóór de zandwinning was. Waar zandwingebieden samenvallen met boomkorgebieden is dat de habitat geploegde zeebodem (zie hierboven). Hertelde zandwingebieden vormen dus niet een onderscheidend habitatype.

Daar waar diepe zandwinning (10-20 m diep) plaatsvindt zal dit uithollingen van de zeebodem creëren die zich waarschijnlijk wel tot een te onderscheiden habitatype kunnen ontwikkelen. Kenmerkend voor dit habitatype zijn dan een extra invang van organisch materiaal wat tot een lokaal rijkere bodemfauna, inclusief vissen, kan leiden. In extreme gevallen kunnen de putten zuurstofloos worden wat tot specifieke, maar waarschijnlijk minder gewenste karakteristieken zou leiden. Op dit moment vindt dit soort diepere winning alleen plaats in de vaargeulen naar Rotterdam en IJmuiden. Of dit tot een te onderscheiden habitatype leidt, is niet bekend. Er zijn plannen om de reguliere zandwinning ook in diepere putten te laten plaatsvinden, zodra dit het geval is zal er een nieuw habitatype ontstaan dat afhankelijk van grootte en vorm gedurende decennia kan voortbestaan.

4.6 Wrakken

Wrakken vormen een hard substraat en fungeren als vestigingsplaats voor organismen zoals mosselen, anemonen en dergelijke. Vooral in het zandige en slibrijke deel van de Noordzee vormen wrakken hierdoor een onderscheidende habitat. Daarbij bieden de wrakken een geschikte schuilplaats voor bijvoorbeeld vissen, kreeften en krabben. Vroeger was de omgeving van een wrak ook redelijke gevrijwaard van getrokken vistuigen, omdat noch de positie van het wrak noch de positie van het vissersschip exact bekend was en vissers niet het gevaar wilden lopen op het wrak vast te lopen of hun netten te verliezen. Met de introductie van GPS en nieuwe sonartechnieken is het vissen vlakbij wrakken geen enkel probleem meer en is dit habitataspect verdwenen. Wrakken zijn dus een habitat met een verhoogde biodiversiteit van vooral hardsubstraat organismen en organismen die permanent in of vlakbij het wrak leven.

5 Natuurlijke fluctuaties van het mariene ecosysteem.

Een groot probleem bij het definiëren van instandhoudingsdoelen en het gebruik van aantallen soorten daarbij, is dat deze in de tijd niet constant zijn. Meer en meer wordt duidelijk dat de natuurlijke variaties van mariene ecosystemen veel groter zijn dan we vaak denken.

Langetermijn-dataseries laten grote verschuivingen zien in bijvoorbeeld biomassa en soortensamenstelling van algen, zoöplankton, bodemdieren en vissen. Ook aantallen vogels en zeezoogdieren zijn verre van constant. Soms doen deze veranderingen zich in zeer korte tijd voor en is sprake van een regimeverschuiving (Weijerman *et al.* 2005). Zulke grote verschuivingen hebben zich voorgedaan rond 1978 en 1988. Maar waarschijnlijk ook rond 1890 toen de hoeveelheden vis in de Noordzee in een paar jaar tijd met zeker een factor vier zijn verminderd, wat aanleiding gaf tot het oprichten van de ICES (International Council for Exploration of the Sea). Ook sterke toenames, bijvoorbeeld door een goede jaarklasse die jarenlang doorwerkt (bijv. de explosie aan kabeljauwachtigen in de jaren '60, in het Engels de 'Gadoid outburst' genaamd), zijn diverse malen waargenomen, en een recent voorbeeld is het toegenomen aantal bruinvissen voor onze kust. Er doen zich diverse fenomenen voor: plotselinge snelle veranderingen, langzamere veranderingen (bijv. in de toe- of afnemende trend), veranderingen van de maandelijks of seizoensvariabiliteit, verandering in de dominantie van soorten, en cyclische variaties.

In vele artikelen wordt gewezen op een mogelijk verband tussen bovengenoemde verschijnselen en klimaatsinvloeden. Veranderingen van temperatuur, stormfrequenties, windrichting en zeestromingen worden regelmatig genoemd. Het voorkomen van bepaalde zoöplanktonsoorten in de Noordzee en Atlantische Oceaan lijkt gekoppeld te zijn aan veranderende oceaanstromingen. In veel gevallen worden menselijke handelingen zoals eutrofiëring, vervuiling en visserij gezien als mogelijke oorzaak van waargenomen veranderingen. De eerst toegenomen en nu weer afnemende belasting van kustzones met stikstof en fosfaat (eutrofiëring) wordt samen met de verschuivingen in de verhouding tussen die twee voedingsstoffen (N/P ratio), gezien als oorzaak van (giftige) algenbloeien en oorzaak van de verandering van soortensamenstelling van algen en mogelijk ook van algeneters.

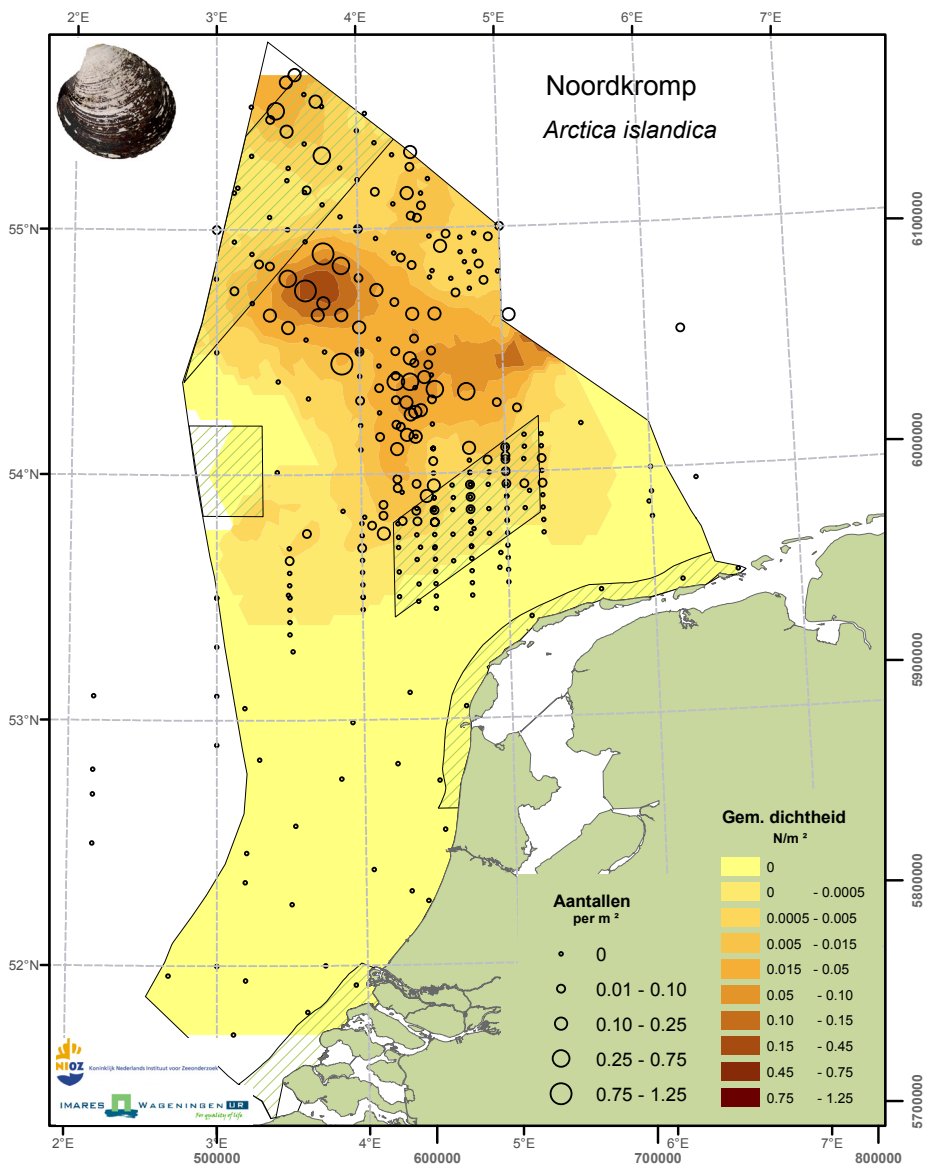
Maar ook de visserij leidt tot druk op het systeem en verandering zoals hiervoor al beschreven. Mariene ecosystemen zijn dus niet constant van samenstelling of biomassa maar vertonen grote jaarlijkse en meerjaarlijkse variaties, waarvoor meerdere oorzaken mogelijk zijn. Het mariene ecosysteem is een zeer complex systeem, waarvan vorm en inhoud wordt bepaald door een subtiel samenspel tussen klimaat, zeestromingen, nutriënten, sedimenten, visserij en de intrinsieke eigenschappen van plantaardige en dierlijke organismen. Dit systeem kan zich in plaats en tijd in verschillende samenstellingen manifesteren, zich gedurende bepaalde tijd in stand houden of zich soms (plotseling) wijzigen.

Het vaststellen van instandhoudingsdoelen die gebaseerd zijn op het voorkomen van soorten en het daarna handhaven van zulke doelen is in een dergelijk sterk wisselend systeem waarschijnlijk niet te rijmen met deze grote variatie. Ook het feit dat de huidige data zijn verzameld in een zee die al jaren onder grote menselijke druk heeft gestaan verlaagt de waarde van hierop gebaseerde instandhoudingsdoelen. En ook de doorzettende klimaatverandering zal vooralsnog onvoorspelbare gevolgen in dit sterk variabele systeem hebben. Zijn instandhoudingsdoelen dan wel de juiste manier om hiermee om te gaan?

Intermezzo: *Arctica islandica*, de Noordkromp

Noordkrompen zijn bijzondere schelpdieren. Het zijn grote tweekleppigen die in de boreale kustzeeën rondom de Atlantische Oceaan voorkomen, ook in de Noordzee. Ze worden daar voornamelijk ten noorden van de 30-meter dieptelijn gevonden. De dichtheden zijn echter laag. Gemiddeld wordt er op de Oestergronden en op het Friese Front 1 individu per 10 m² gevonden. In de noordelijke Noordzee worden echter 30 tot 300 dieren per m² gevonden.

Onder invloed van de seizoensvariaties in temperatuur en voedselaanbod vormen de schelpdieren elk jaar een groeilijn die vergelijkbaar is met groeiringen in bomen. Tellingen aan deze groeilijnen hebben laten zien dat de dieren erg oud kunnen worden. De oudste tot nu toe gevonden noordkromp ter wereld is 410 jaar; de oudste aangetroffen noordkromp in de Noordzee was 167 jaar.



Figuur 7. De verspreiding van de noordkromp op het Nederlands Continentaal Plat (NCP)

In het zuidoostelijke deel van de Noordzee heeft de noordkromp erg te lijden onder visserij op platvis. Doordat het dier ondiep is ingegraven en net onder het bodemoppervlak leeft, raken schelpen bij passage van een boomkorvistuig gemakkelijk beschadigd door de wekkerkettingen. Door hun grootte (tot 10 cm) wordt ook een aanzienlijk deel opgevist. Onderzoek heeft laten zien dat mortaliteit van als "bijvangst" opgeveste noordkrompen ongeveer 80% is. Ook andere studies hebben laten zien dat visserij de populatie sterk beïnvloedt.

Aan het eind van de jaren '80 van de vorige eeuw werden nog redelijke aantallen noordkrompen gevonden langs de zuidrand van het Friese Front. Recente bestandsopnamen (2006-2007) in het gebied suggereren echter dat dichtheden in het gebied sindsdien sterk afgenomen zijn. Ook in centrale deel van de Oestergronden lijkt de populatie op zijn retour. Deze teruggang wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door verhoogde mortaliteit door op het Front toegenomen boomkorvisserij.

Opvallend is dat wanneer men de huidige verspreidingskaart van noordkrompen (Figuur 7) over een kaart van visserij-intensiteiten legt, er een duidelijk verband in ruimtelijke verspreiding van beiden bestaat. Daar waar visserij intensiteit hoog is, is de noordkrompdichtheid laag. Daar waar intensiteit laag is, is de noordkrompdichtheid hoog.

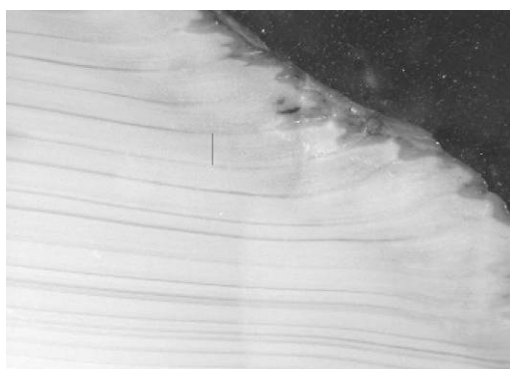
Een gebied met nog steeds hoge dichtheden bevindt zich ten zuidoosten van de Doggersbank. Hier werden nog dichtheden geconstateerd van ruim 1 noordkromp per m². In dit gebied wordt (nog) weinig gevestigd.

Er is vastgesteld dat er genetische verschillen bestaan tussen noordkrompen uit de noordelijke Noordzee en die van het Nederlandse deel van de Noordzee. Het verlies van deze laatste populatie zou dus een verlies aan genetische diversiteit betekenen.

Als we de noordkromp op het NCP willen beschermen zal de boomkorvisserij in de gebieden waar hij voorkomt of voor kan komen gestopt moeten worden. De vraag is dan of de boomkorvisserij in het gebied van het Friese Front gestopt moet worden en we dan moeten hopen dat de noordkromp daar weer terug komt, of dat we juist het laatste gebiedje waar nu nog aanzienlijke hoeveelheden noordkrompen voorkomen moeten beschermen. Dit gebied ligt, zoals hierboven omschreven, ten zuiden van de Doggersbank en buiten de nu aangewezen te beschermen gebieden (Figuur 7). Dit punt verdient dus nadere aandacht.



Noordkromp, duidelijk zichtbaar de zwart-bruine organische laag aan de buitenzijde van de schelp.



Dwarsdoorsnede door een deel van een schelp van de noordkromp met daarin de interne groeilijnen op grond waarvan groeisnelheid en leeftijd bepaald kan worden.

6 Consequenties voor instandhoudingsdoelen

Het zal heel moeilijk zijn om duidelijke instandhoudingsdoelen voor een dergelijk variabel systeem als de Noordzee tot stand te brengen. Of die doelen moeten zo ruim worden omschreven dat ze ecologisch nog wel te handhaven lijken, maar geen enkel handvat voor beleid bieden, en dus waarschijnlijk tot weinig bescherming zullen leiden. Met de huidige stand van onze wetenschappelijke kennis is ook niet aan te geven hoe groot te beschermen gebieden voor de verschillende soorten precies moeten zijn om bepaalde doelen te bereiken. Als dat soort vragen beantwoord moet worden is nader vergelijkend onderzoek in grote volledig beschermde en open gebieden noodzakelijk.

Het lijkt dan beter om beheersdoelen of managementdoelen te definiëren uitgaande van de hiervoor beschreven habitatindeling. Vervolgens wordt per te beschermen habitat, gebied of soort aangegeven wat en waarom iets beschermd moet worden, en formuleert men daarna de maatregelen die nodig zijn om die doelen of beschermingsniveaus te bereiken. Dit kan op habitatniveau worden beschreven, waarbij men de menselijke invloeden op de habitattypen beheert. Wat het ecosysteem dan in werkelijkheid doet is afhankelijk van alle sturende factoren en kan afwijken van de instandhoudingsdoelen, maar men voorkomt hiermee een rigide nastreven van mogelijk onbereikbare doelen. Om internationaal aan te sluiten is een combinatie van instandhoudings- en beheersdoelen, ingebed in voornoemde habitatbenadering, mogelijk. Maar als men dan bedenkt dat alleen menselijke handelingen zijn te beïnvloeden en gemakkelijk te controleren, zouden de beheerdoelen leidend kunnen zijn.

Een voorbeeld: Het Friese Front is mondiaal gezien misschien wel het meest unieke stukje ecosysteem op het NCP, en verdient zeker een vorm van bescherming. Ten opzichte van natuur op land in Nederland zouden we het kunnen vergelijken met soortenrijke oobossen, maar door de hoge visserijdruk dan wel geploegde bossen. Dus van de oorspronkelijke “oude bomen en planten” is weinig over en ook de fauna is niet wat het kan zijn. Het habitattype fronten is al veranderd in het type geploegde habitat met kenmerken van het frontensysteem. Is dat wat we willen beschermen en waarvoor we instandhoudingsdoelen willen opstellen? Of wordt het streven de unieke fauna van het Friese Front weer een ontwikkelingskans te geven door de menselijke handelingen die deze negatief beïnvloeden uit het gebied te weren? Dan zou het geploegde habitattype zich weer kunnen ontwikkelen tot een systeem met natuurlijk fronten en verrijkte bodem.

Als zou worden besloten dat het beheerdoel een zo natuurlijk mogelijk Friese Front is (een maatschappelijke en politieke keuze), vergelijkbaar met de oobossen, dan dient als consequentie hiervan de bodemberoerende visserij (ploegen of harken) voorkomen te worden. Het voorkomen van visserijeffecten op de bodem wordt dan het beheerdoel. Men kan er natuurlijk ook voor kiezen het huidige gebruik door te laten gaan, maar dan beschermen wij slechts een geploegde zeebodem. Op land zouden we dit niet doen, in zee wel? De instandhoudingsdoelen zijn dan een zo natuurlijk mogelijk systeem, inclusief de natuurlijke variatie, beheerdoel wordt het weren van alle handelingen die dit onmogelijk maken. Het systeem als geheel bepaalt wat er uiteindelijk groeit. Criterium voor succes is dan niet het aanwezig zijn van bepaalde organismen, maar de afwezigheid van bepaalde menselijke handelingen. Dat is ook makkelijker te controleren. Ook de aanwezigheid van andere habitatstructurende objecten zoals mijnbouwplatforms of windmolens kan door middel van de habitat benadering als al dan niet gewenst worden afgewogen.

Een ander voorbeeld is de Klaverbank. De situatie voor de Klaverbank is vergelijkbaar met die voor Zuid-Limburg; voor ons land uniek maar lijkend op de aangrenzende gebieden. Maar net als bij Zuid-Limburg willen wij waarschijnlijk ook ons eigen unieke gebied beschermen, in dit geval een grindgebied. De keus is dan of we een natuurlijke, geploegde of geharkte grindhabitat willen beschermen, al dan niet met extra structuurvormende objecten. Als de keus op het eerste habitattype valt, dan zal beschadigende bodemberoering voorkomen moeten worden zodat het systeem een vrije kans heeft uit te groeien tot wat het kan zijn. Dat zal bijvoorbeeld door klimaatverandering variabel zijn, maar wel het optimale wat onder de van nature gegeven omstandigheden mogelijk is.

Ook voor de Doggersbank en de kustzone kunnen hierboven genoemde keuzen worden gemaakt.

7 Conclusie

De Noordzee is een dynamisch systeem. Van nature voorkomende en door menselijk handelen gecreëerde habitattypen zijn in ruimte en tijd aan grote variatie onderhevig. De gevolgen van de klimaatverandering zijn nog onduidelijk. Vraag is dan ook of het verstandig is om relatief starre instandhoudingsdoelen te formuleren en te implementeren voor het sturen van beleid.

Voorstel is om niet te werken met aantallen en aanwezigheid van soorten of groepen soorten, maar uit te gaan van huidige en gewenste habitattypen en, waar voor bescherming gekozen is, te werken aan een (meer) natuurlijk systeem, met de bijbehorende variatie. De afrekening zou dan niet plaatsvinden op beheer dat zou moeten leiden tot doelrealisatie, maar op reductie of afwezigheid van het menselijk handelen dat effect heeft op het natuurlijk systeem. Niet de aanwezigheid van organismen maar de afwezigheid van habitatbepalende menselijke handelingen is dan het controleerbare criterium voor bescherming van natuur onder water.

Literatuur

- Creutzberg, F. (1985). A persistent chlorophyll a maximum coinciding with an enriched benthic zone. In: P. E. Gibbs. Proceedings of the 19th Europ. Mar, Biol. Symp. (EMBS), Cambridge University press: 97-107.
- Creutzberg, F. (1986). Distribution patterns of two bivalve species (*Nucula turgida*, *Tellina fabula*) along a frontal system in the southern North Sea. Netherlands Journal of Sea Research 20(2/3): 305-311.
- De Wilde P.A.W.J, Berghuis E.M, Kok A (1984) Structure and energy demand of the benthic community of the Oyster Ground, central North Sea. Neth J Sea Res 18:143-159
- Olsen O.T (1883) The piscatorial atlas of the North Sea, English and St. George's Channels, illustrating the fishing ports, boats, gear, species of fish (how, where, and when caught), and other information concerning fish and fisheries. Taylor and Francis, London, UK
- Van Moorsel G.W.N.M (2003) Ecologie van de Klaverbank, Biotasurvey 2002. Ecosub, Doorn
- Weijerman M, Lindeboom H, Zuur AF (2005) Regime shifts in marine ecosystems of the North Sea and Wadden Sea. Mar Ecol-Prog Ser 298:21-39
- Witbaard R. *et al.* (in prep.) Distribution and abundance of low density macrobenthos on the Dutch Continental Shelf

Wot-onderzoek

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2006

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOT-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2006

- 21 *Rienks, W.A., I. Terluin & P.H. Vereijken.* Towards sustainable agriculture and rural areas in Europe. An assessment of four EU regions
- 22 *Knegt, B. de, H.W.B. Bredenoord, J. Wiertz & M.E. Sanders.* Monitoringsgegevens voor het natuurbeheer anno 2005. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 1
- 23 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-001 – Monitor- en Evaluatiesysteem Agenda Vitaal Platteland
- 24 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek Natuurplanbureaufunctie
- 25 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-385 - Milieuplanbureaufunctie
- 26 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-394 – Natuurplanbureaufunctie
- 27 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04 - Kennisbasis
- 28 *Verboom, J., R. Pouwels, J. Wiertz & M. Vonk.* Strategisch Plan LARCH. Van strategische visie naar plan van aanpak
- 29 *Velthof, G.L. en J.J.M. van Grinsven (eds.)* Inzet van modellen voor evaluatie van de meststoffenwet. Advies van de CDM-werkgroep Harmonisatie modellen
- 30 *Hinssen, M.A.G., R. van Oostenbrugge & K.M. Sollart.* Draaiboek Natuurbalans. Herziened versie
- 31 *Swaay, C.A.M. van, V. Mensing & M.F. Wallis de Vries.* Hotspots dagvlinder biodiversiteit
- 32 *Goossen, C.M. & F. Langers.* Recreatie en groen in en om de stad. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 33 *Turnhout, Chr. Van, W.-B. Loos, R.P.B. Foppen & M.J.S.M. Reijnen.* Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens
- 34 *Didderen, K en P.F.M. Verdonschot.* Graadmeter Natuurwaarde aquatisch. Typen, indicatoren en monitoring van regionale wateren
- 35 *Wamelink, G.W.W., G.J. Reinds, J.P. Mol-Dijkstra, J. Kros & H.J.J. Wieggers.* Verbeteringen voor de Natuurplanner
- 36 *Groeneveld, R.A. & R.A.M. Schrijver.* FIONA 1.0; Technical description
- 37 *Luesink, H.H., M.J.C. de Bode, P.W.G. Groot Koerkamp, H. Klinker, H.A.C. Verkerk & O. Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen
- 38 *Bakker-Verdurmen, M.R.L., J.W. Eimers, M.A.G. Hinssen-Haenen, T.J. van der Zwaag-van Hoorn.* Handboek secretariaat WOT Natuur & Milieu
- 39 *Pleijte, M. & M.A.H.J. van Bavel.* Europees en gebiedsgericht beleid: natuur tussen hamer en aambeeld? Een verkennend onderzoek naar de relatie tussen Europees en gebiedsgericht beleid

- 40 *Kramer, H., G.W. Hazeu & J. Clement.* Basiskaart Natuur 2004; vervaardiging van een landsdekkend basisbestand terrestrische natuur in Nederland
- 41 *Koomen, A.J.M., W. Nieuwenhuizen, J. Roos-Klein Lankhorst, D.J. Brus & P.F.G. Vereijken.* Monitoring landschap; gebruik van steekproeven en landsdekkende bestanden
- 42 *Selnes, T.A., M.A.H.J. van Bavel & T. van Rheenen.* Governance of biodiversity
- 43 *Vries, S. de. (2007)* Veranderende landschappen en hun beleving
- 44 *Broekmeijer, M.E.A. & F.H. Kistenkas.* Bouwen en natuur: Europese natuurwaarden op het ruimtelijk ordeningspoot. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 45 *Sollart, K.M. & F.J.P. van den Bosch.* De provincies aan het werk; Praktijkervaringen van provincies met natuur- en landschapsbeleid in de periode 1990-2005. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 46 *Sollart, K.M. & R. de Niet met bijdragen van M.M.M. Overbeek.* Natuur en mens. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2006

2007

- 47 *Ten Berge, H.F.M., A.M. van Dam, B.H. Janssen & G.L. Velthof.* Mestbeleid en bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek; Advies van de CDM-werkgroep Mestbeleid en Bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek
- 48 *Kruit, J. & I.E. Salverda.* Spiegeltje, spiegeltje aan de muur, valt er iets te leren van een andere plannings-cultuur?
- 49 *Rijk, P.J., E.J. Bos & E.S. van Leeuwen.* Nieuwe activiteiten in het landelijk gebied. Een verkennende studie naar natuur en landschap als vestigingsfactor
- 50 *Ligthart, S.S.H.* Natuurbeleid met kwaliteit. Het Milieu- en Natuurplanbureau en natuurbeleidsevaluatie in de periode 1998-2006
- 51 *Kennismarkt 22 maart 2007; van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten MNP in 27 posters*
- 52 *Kuindersma, W., R.I. van Dam & J. Vreke.* Sturen op niveau. Perversies tussen nationaal natuurbeleid en besluitvorming op gebiedsniveau.
53. *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. National Capital Index version 2.0
53. *Windig, J.J., M.G.P. van Veller & S.J. Hjemstra.* Indicators voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Biodiversiteit Nederlandse landbouwhuisdieren en gewassen
53. *Melman, Th.C.P. & J.P.M. Willemen.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Coverage protected areas.
53. *Weijden, W.J. van der, R. Lewis & P. Bol.* Indicators voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Indicators voor het

- 6 invasieproces van exotische organismen in Nederland
53. *Nijhof, B.S.J., C.C. Vos & A.J. van Strien*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Influence of climate change on biodiversity.
- 7a
53. *Moraal, L.G.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Effecten van klimaatverandering op insectenplagen bij bomen.
- 7b
53. *Fey-Hofstede, F.E. & H.W.G. Meesters*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Exploration of the usefulness of the Marine Trophic Index (MTI) as an indicator for sustainability of marine fisheries in the Dutch part of the North Sea.
- 8
53. *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Connectivity/fragmentation of ecosystems: spatial conditions for sustainable biodiversity
- 9
53. *Gaaff, A. & R.W. Verburg*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010' Government expenditure on land acquisition and nature development for the National Ecological Network (EHS) and expenditure for international biodiversity projects
- 11
53. *Elands, B.H.M. & C.S.A. van Koppen*. Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Public awareness and participation
- 12
54. *Broekmeyer, M.E.A. & E.P.A.G. Schouwenberg & M.E. Sanders & R. Pouwels*. Synergie Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000-gebieden. Wat stuurt het beheer?
55. *Bosch, F.J.P. van den*. Draagvlak voor het Natura 2000 gebiedenbeleid. Onder relevante betrokkenen op regionaal niveau
56. *Jong, J.J. & M.N. van Wijk, I.M. Bouwma*. Beheerskosten van Natura 2000 gebieden
57. *Pouwels, R. & M.J.S.M. Reijnen & M. van Adrichem & H. Kuipers*. Ruimtelijke condities voor VHR-soorten
58. *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer.
59. *Schouwenberg, E.P.A.G.* Huidige en toekomstige stikstofbelasting op Natura 2000 gebieden
60. *Hoogeveen, M.* Herberekening Ammoniak 1998 (*werktitel*)
61. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-001 – ME-AVP
62. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
63. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
64. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-385 – Milieuplanbureauafunctie
65. *Jaarrapportage 2006*. WOT-04-394 – Natuurplanbureauafunctie
66. *Brasser E.A., M.F. van de Kerkhof, A.M.E. Groot, L. Bos-Gorter, M.H. Borgstein, H. Leneman* Verslag van de Dialogen over Duurzame Landbouw in 2006
67. *Hinssen, P.J.W.* Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Werkplan 2007
68. *Nieuwenhuizen, W. & J. Roos Klein Lankhorst*. Landschap in Natuurbalans 2006; Landschap in verandering tussen 1990 en 2005; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006.
69. *Geelen, J. & H. Leneman*. Belangstelling, motieven en knelpunten van natuuraanleg door grondeigenaren. Uitkomsten van een marktonderzoek.
70. *Didderen, K., P.F.M. Verdonschot, M. Bleeker*. Basiskaart Natuur aquatisch. Deel 1: Beleidskaarten en prototype
71. *Boesten, J.J.T.I., A. Tiktak & R.C. van Leerdam*. Manual of PEARLNEQ v4
72. *Grashof-Bokdam, C.J., J. Frissel, H.A.M. Meeuwssen & M.J.S.M. Reijnen*. Aanpassing graadmeter natuurwaarde voor het agrarisch gebied
73. *Bosch, F.J.P. van den*. Functionele agrobiodiversiteit. Inventarisatie van nut, noodzaak en haalbaarheid van het ontwikkelen van een indicator voor het MNP
74. *Kistenkas, F.H. en M.E.A. Broekmeyer*. Natuur, landschap en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
75. *Luttik, J., F.R. Veeneklaas, J. Vreke, T.A. de Boer, L.M. van den Berg & P. Luttik*. Investeren in landschapskwaliteit; De toekomstige vraag naar landschappen om in te wonen, te werken en te ontspannen
76. *Vreke, J.* Evaluatie van natuurbeleidsprocessen
77. *Apeldoorn, R.C. van*, Working with biodiversity goals in European directives. A comparison of the implementation of the Birds and Habitats Directives and the Water Framework Directive in the Netherlands, Belgium, France and Germany
78. *Hinssen, P.J.W.* Werkprogramma 2008; Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT-04). Onderdeel Planbureauafuncties Natuur en Milieu.
79. *Custers, M.H.G.* Betekenissen van Landschap in onderzoek voor het Milieu- en Natuurplanbureau; een bibliografisch overzicht
80. *Vreke, J., J.L.M. Donders, B.H.M. Elands, C.M. Goossen, F. Langers, R. de Niet & S. de Vries*. Natuur en landschap voor mensen Achtergronddocument bij Natuurbalans 2007
81. *Bakel, P.J.T. van, T. Kroon, J.G. Kroes, J. Hoogewoud, R. Pastoors, H.Th.L. Massop, D.J.J. Walvoort*. Reparatie Hydrologie voor STONE 2.1. Beschrijving reparatie-acties, analyse resultaten en beoordeling plausibiliteit.
- 2008**
82. *Kistenkas, F.H. & W. Kuindersma*. Jurisprudentie-monitor natuur 2005-2007; Rechtsontwikkelingen Natura 2000 en Ecologische Hoofdstructuur
83. *Berg, F. van den, P.I. Adriaanse, J. A. te Roller, V.C. Vulto & J.G. Groenwold*. SWASH Manual 2.1; User's Guide version 2
84. *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, P. Roza & T. Selnes*. Tussen de bomen het geld zien. Programma Beheer en vergelijkbare regelingen in het buitenland (een quick-scan)
85. *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema*. Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet; versie 1.0
86. *Goossen, C.M., H.A.M. Meeuwssen, G.J. Franke & M.C. Kuiper*. Verkenning Europese versie van de website www.daarmoetikzijn.nl.
87. *Helming, J.F.M. & R.A.M. Schrijver*. Economische effecten van inzet van landbouwsubsidies voor milieu, natuur en landschap in Nederland; Achtergrond bij het MNP-rapport 'Opties voor Europese landbouwsubsidies
88. *Hinssen, P.J.W.* Werkprogramma 2008; Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT-04). Programma 001/003/005
90. *Kramer, H.* Geografisch Informatiesysteem Bestaande Natuur; Beschrijving IBN1990t en pilot ontwikkeling BN2004
92. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-001 – Koepel
93. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
94. *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu

- 95 *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-005 – M-AVP
- 96 *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-006 – Natuurplanbureau functie
- 97 *Jaarrapportage 2007*. WOT-04-007 – Milieuplanbureau functie
- 98 *Wamelink, G.W.W.* Gevoeligheids- en onzekerheids-analyse van SUMO
- 99 *Hoogeveen, M.W., H.H. Luesink, L.J. Mokveld & J.H. Wisman.* Ammoniakemissies uit de landbouw in Milieubalans 2006: uitgangspunten en berekeningen
- 100 *Kennismarkt 3 april 2008; Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten MNP*
- 101 *Mansfeld, M.J.M. van & J.A. Klijn,* "Balansen op de weegschaal". Terugblik op acht jaar Natuurbalansen (1996-2005)
- 102 *Sollart, K.M. & J. Vreke.* Het faciliteren van natuur- en milieueducatie in het basisonderwijs; MNE-ondersteuning in de provincies
- 104 *Wijk, M.N., van (redactie).* Aansturing en kosten van het natuurbeheer. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer
- 105 *Selnes, T. & P. van der Wielen.* Tot elkaar veroordeeld? Het belang van gebiedsprocessen voor de natuur
- 106 *Annual reports for 2007; Programme WOT-04*
- 107 *R. Pouwels, J.G.M. van der Gref, M.H.C. van Adrichem, H. Kuiper, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen,* LARCH Status A
- 108 *G.W.W. Wamelink* Technical Documentation for SUMO2 v. 3.2.1,
- 109 *Wamelink, G.W.W., J.P. Mol-Dijkstra, G.J. Reinds,* Herprogrammeren van SUMO2. Verbetering in het kader van de modelkwaliteitsslag
- 110 *Salm, van der C., T. Hoogland, D.J.J. Walvoort,* Verkenning van de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een metamodel voor de uitspoeling van stikstof uit landbouwgronden
- 111 *Dobben van, H.F. en R.M.A. Wegman,* Relatie tussen bodem, atmosfeer en vegetatie in het Landelijk Meetnet Flora (LMF)
- 112 *M.J.H. Smits en M.J. Bogaardt* Kennis over de effecten van EU-beleid op natuur en landschap,
- 113 *G.J. Maas, H. van Reuler.* Boomkwekerij en aardkunde in Nederland,
- 114 *H.J. Lindeboom, R. Witbaard, O.G. Bos, H.W.G. Meesters* Gebiedsbescherming Noordzee, habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen