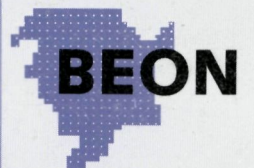




Naar ecologische kaarten van de Waddenzee

Beleidsgericht
ecologisch onderzoek
van de
Noordzee/Waddenzee



RWS-RIKZ
IBN-DLO
RIVM

Naar ecologische kaarten van de Waddenzee

637

**D. J. de Jong (RWS-RIKZ)
N. Dankers (IBN-DLO)
R.J. Lewis (RIVM)**

November 1998

BEON Rapport nr. 98-13

BEON project IBN 96 H 25

ISSN 0924-6576

Overzicht BEON habitatrapporten, verschenen in het kader van het project 'Kartering van habitats/ecotopen in de Nederlandse zoute wateren'

In het kader van BEON (Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek in Noordzee/Waddenzee) worden een aantal speerpunten onderscheiden. Bij het speerpunt 'verstoring habitats' staat als prioriteit onder systeemkennis vermeld dat onderzocht moet worden welke ecotopen onderscheiden kunnen worden, waar ze zich bevinden en wat hun karakteristieken zijn. Het tweede prioritaire onderwerp stelt de vraag naar het belang van bepaalde ecotopen voor bepaalde soorten. Het uitgevoerde project sluit aan bij deze vragen.

Beleidsrelevantie

Het beleid in de kustwateren en de Waddenzee is gericht op het duurzaam functioneren en gebruiken van het systeem. Door het multifunctionele karakter van het gebruik wordt verweving van functies als uitgangspunt genomen. Indien dat niet mogelijk is, wordt zonerings toegepast. Bij verweving van functies wordt uitgegaan van optimalisatie van de verschillende functies; bij scheiding wordt in de onderscheiden gebieden veelal gestreefd naar maximalisatie. Door indeling in ruimte en tijd wordt ernaar gestreefd de negatieve effecten op de overige functies zo klein mogelijk te houden, zowel bij verweving als scheiding. Voor beleid en beheer is het essentieel de habitatkarakteristieken te kennen waarop elke functie gebaseerd is. Bovendien is het noodzakelijk te weten waar de betreffende karakteristieken voorkomen. In een voorgaand BEON-project wordt voor een aantal organismengroepen aangegeven wat de belangrijkste habitatkarakteristieken zijn. Vooral fysische parameters blijken belangrijk. Deze zijn nog maar zeer ten dele op bestaande kaarten weergegeven.

Het project heeft eveneens als doel om door middel van een case-study een basis te leggen voor een generieke methodiek en ondersteunend instrumentarium om de geschiktheid van ruimtelijk inhomogene gebieden voor verschillende soorten en gebruiksfuncties te kunnen evalueren en presenteren.

Het in kaart brengen van ecotopen en habitats is essentieel voor de toepassing van de EU-Habitatrichtlijn en de regelingen die getroffen moeten gaan worden in het kader van het Biodiversiteitsverdrag van Rio.

Als afsluiting van het project zijn een viertal rapporten uitgebracht:

Omdat het voorkomen van organismen niet uitsluitend wordt bepaald door de duidelijk waarneembare fysische en biologische eigenschappen van de locatie is onderzocht of de microverspreiding van voedsel een belangrijke factor was. Hierover wordt gerapporteerd in de rapportage van NIOO-CEMO en WL (BEON rapport nr. 98-14: BEON Habitat. MICRO MACRO. A research project to the relation between physical parameters and the distribution of macro-benthos on a tidal flat (WL). Comparing patterns in macrofauna structure at different scales: within tidal flats, between tidal flats and between estuaries (NIOO-CEMO)). Het onderzoek werd uitgevoerd in de Westerschelde.

De tweede rapportage bevat twee onderdelen uitgevoerd door RIVO-DLO en NIOZ. In deze rapportage wordt de verspreiding van vissen in kustwateren en Waddenzee beschreven in relatie tot abiotische en biotische (voedsel) gegevens (BEON rapport nr. 98-16: Wetenschappelijke eindverantwoording en korte samenvatting van de RIVO-DLO bijdrage aan het BEON-project 'Kartering van habitats/ecotopen in de Nederlandse zoute wateren (RIVO-DLO). Benthos-Epibenthos interactions in the Dutch Wadden Sea (NIOZ).

In een rapportage van RIVM, IBN-DLO, en RIKZ wordt het gebruik van het habitat en ecotoopbegrip nader uitgewerkt (BEON rapport nr. 98-11: Naar een ecotopensysteem zoute wateren Nederland). Hiertoe is een hiërarchisch systeem ontwikkeld dat algemeen toepasbaar is in Kustwateren.

Voorgesteld wordt de term habitat te reserveren voor een benadering waarbij vanuit een organisme gedacht wordt. Een habitat kan dan gedefinieerd worden als **'het type omgeving waarin een organisme leeft'**; het wordt bepaald door de eisen die dat organisme aan zijn omgeving stelt. Deze benadering is belangrijk bij het beschermen van bedreigde organismen.

Bij een integraal beleid waarbij van een aantal functies wordt uitgegaan, heeft het meestal voordelen het ecotoopbegrip te hanteren. Binnen een bepaald ecotoop is ruimte voor een aantal organismen of een levensgemeenschap. Als definitie voor ecotoop wordt aangehouden **'een geografische eenheid die binnen bepaalde grenzen homogeen is wat betreft de belangrijkste hydraulische, morfologische en fysisch-chemische omgevingsfactoren die relevant zijn voor de biota'**.

In de vierde rapportage (RIKZ, IBN-DLO, RIVM) wordt op basis van de ontwikkelde theorie een voorbeeld gegeven van een ecotopenkaart van de Waddenzee (BEON rapport nr. 98-13: Naar ecologische kaarten van de Waddenzee). Door middel van overlays en door de gebruiker samen te stellen legenda's en klassengrenzen kunnen ecotoop en habitatkaarten gemaakt worden. Het inbrengen van informatie betreffende het voorkomen van organismen en het ontwikkelen van rekenmodules om optimale ontwikkelingsomstandigheden in kaart te brengen is onderdeel van projecten buiten BEON, en is voor de Waddenzee reeds uitgevoerd voor Zeegras en voor de Westerschelde voor de Kokkel. Een kaart die de optimale ontwikkelingsmogelijkheden voor mosselbanken wordt ontwikkeld door IBN-DLO, RIVO-DLO en RIKZ.

In opdracht van de HID-Noordzee werd gelijktijdig gewerkt aan de ontwikkeling van ecotopenkaarten voor de Noordzee waarbij gestreefd moest worden naar afstemming. De toegepaste methoden en ontwikkelde applicaties zijn in gezamenlijk overleg ontwikkeld. Het **'Ecotopen GIS Noordzee'** (Auteur J.G. Hartholt) is onlangs uitgebracht.

INHOUD

SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
2. BEGRIPSOMSCHRIJVING	3
3. VAN BASISGEGEVENS NAAR ECOLOGISCHE KAARTEN	5
3.1. <i>Algemene werkwijze</i>	5
3.2. <i>Globale opbouw applicatie</i>	7
3.2. <i>Enkele voor- en nadelen van de werkwijze</i>	8
4. VOORSTEL INDELING ECOTOPEN WADDENZEE	10
4.1. <i>Inleiding</i>	10
4.2. <i>Basisvoorstel ecotopenindeling zoute kustgetijdenwateren</i>	10
4.2.1. <i>Parameters</i>	10
4.2.2. <i>Systematische indeling ecotopen zoute kustgetijdenwateren</i>	13
4.2.3. <i>Hiërarchische indeling ecotopen zoute kustgetijdenwateren</i>	14
5. RESULTAAT: ECOLOGISCHE KAARTEN	16
5.1. <i>Bestanden</i>	16
5.2. <i>Ecotopenkaarten</i>	17
5.3. <i>Habitatkaarten</i>	19
5.4. <i>Enkele algemene opmerkingen bij de gepresenteerde kaarten</i>	19
5.5. <i>Gebruiksmogelijkheden</i>	20
6. AANSLUITING BIJ ANDERE METHODEN	21
6.1. <i>Nationaal: ecotopenstelsel zoete rijkswateren, natuurdoeltypen</i>	21
6.2. <i>Internationaal</i>	22
7. VERVOLG EN AANBEVELINGEN	23
LITERATUUR	24
BIJLAGE	25

SAMENVATTING

Ten behoeve van beleid en onderzoek is behoefte aan de mogelijkheid om kaarten te maken waarin ecologische informatie op overzichtelijke en reproduceerbare wijze is samengebracht, ecologische kaarten. Een veel gebruikte vorm van ecologische kaarten is de ecotopenkaart, maar andere kaarten zijn evenzeer denkbaar. In het kader van BEON (Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee en Waddenzee) is gewerkt aan een methodiek om dergelijke ecologische kaarten te maken. Tevens is een voorstel voor een algemene ecotopenindeling voor de Waddenzee en andere zoute kustgetijdenwateren uitgewerkt. Hiertoe is een aantal stappen ondernomen: 1) er zijn twee begrippen omschreven: 'ecotoop', het leefgebied van een levensgemeenschap, en 'habitat', het leefgebied van een soort; 2) er is een classificatie voor een ecotopenstelsel opgesteld; 3) er is een algemene methode ontwikkeld om ecologische kaarten te maken, waarbij wordt uitgegaan van kaarten van relevante abiotische parameters.

Voor dit laatste is een applicatie ontwikkeld in ARC/INFO: HABIMAP. In deze applicatie worden de monoparametrische kaarten ingedeeld volgens een bepaalde klasse-indeling (bijvoorbeeld ecotopen) of responscurve (bijvoorbeeld habitats) en vervolgens samengevoegd tot het eindproduct, een ecotopenkaart, een habitatkaart of een andere ecologische kaart. Met behulp van deze applicatie is voor de Waddenzee een eerste algemene ecotopenkaart gemaakt. Omdat nog veel basisinformatie ontbreekt en omdat nog niet alle klassengrenzen voldoende bekend zijn, moet deze kaart worden beschouwd als voorlopig. Ook wordt een voorbeeld gegeven hoe 'ecologische kaarten' met een specifieke toepassing kunnen worden gemaakt. Tenslotte wordt aangegeven hoe met dezelfde basisinformatie ook habitatkaarten gemaakt kunnen worden.

Hoewel dus reeds enkele belangrijke stappen zijn gezet, zal er nog veel gedaan moeten worden om het geheel te verbeteren. Onder andere moeten meer en betere parameterkaarten worden toegevoegd en moeten de klassengrenzen en responscurven nader worden getoetst. Een essentieel onderdeel daarbij is een indicatie van de betrouwbaarheid van de ecologische kaarten. Verder zal er een eenvoudige presentatieapplicatie moeten komen waarmee op de PC kaarten kunnen worden gemaakt op basis van via HABIMAP vóorbewerkte bestanden. Tenslotte moeten er goede afspraken komen over gebruik en toegankelijkheid van de GIS-applicatie en de GIS-bestanden voor de beoogde gebruikers.

1. INLEIDING

Zowel voor managementdoeleinden als ten behoeve van efficiënt onderzoek is behoefte aan een ecologische indeling van de Nederlandse zoute wateren in een samenhangend stelsel van categorieën: een ecosysteem-classificatie. Een dergelijke classificatie kan onder meer een belangrijke rol spelen in Beslissings Ondersteunende Systemen (BOS, DSS) en Milieu Effect Rapportages (MER). Ook in internationaal kader komt de behoefte aan een algemene indeling steeds meer opzetten, bijvoorbeeld in het kader van de uitvoering van de Habitat-richtlijnen (EU-Habitatrichtlijn, 3^e en 4^e Noordzeeministersconferentie).

Door CML en IBN-DLO is voor terrestrische ecosystemen een landsdekkende classificatie ontwikkeld (o.a. Runhaar *et al.*, 1987; Stevers *et al.*, 1987; Klijn, 1988), die geschikt is voor ecologische effectvoorspellingen. Vervolgens is, en ten dele wordt nog, door RWS-RIZA en SC-DLO een aantal, onderling samenhangende, classificaties ontwikkeld voor de grote rivieren en de grote zoete wateren (Rademakers en Wolfert, 1994; van der Meulen, 1995, 1997; Wolfert, 1996; Maas, 1998). Al deze classificaties zijn gebaseerd op een hiërarchische indeling van systemen op grond van dominante beïnvloedende factoren. Een belangrijke term die in dit verband wordt genoemd is het 'ecotoop' als belangrijke basiseenheid voor de indeling.

Naar analogie hiervan is in BEON-kader begonnen met een vergelijkbaar onderzoek ten behoeve van de zoute kustgetijden wateren (zie o.a. Wintermans *et al.*, 1996; Leewis *et al.*, 1998). Doelstelling van dit onderzoek is globaal het ontwikkelen van een samenhangend stelsel van ecotopen en een methodiek om deze te karteren. Hiertoe is sinds 1994 onder het coördinatorschap van de Begeleidingsgroep BEON-Habitats een aantal studies verricht. Naast studies gericht op deelaspecten zoals de relaties van soorten(groepen) met abiotische factoren, was een van de studies gericht op het maken van een ecotopenkaart voor de Waddenzee. Voor een overzicht van alle studies en de historische ontwikkelingen wordt verwezen naar Leewis *et al.* (1998) en Wintermans *et al.* (1996).

In dit rapport wordt een voorstel gedaan voor een hiërarchisch ecotopenindeling voor de Waddenzee en vergelijkbare wateren als de Westerschelde en Oosterschelde. Verder wordt beschreven hoe ecotopenkaarten kunnen worden gemaakt met behulp van GIS-technieken en wordt een eerste aanzet gedaan voor een ecotopenkaart van de Waddenzee. Hierbij wordt als doelgroep gezien vooral de beleidsmakers.

Omdat de ontwikkelde techniek universeel is kunnen op vergelijkbare wijze ecotopenkaarten voor andere zoute watersystemen worden gemaakt. Ook biedt de techniek de mogelijkheid om andere typen ecologische kaarten te maken, namelijk op meer algemeen ecologisch niveau, of gericht op beheers- en beleidsvragen maar ook op soortniveau, de zogenaamde habitatkaarten,. Met name door dit laatste aspect wordt de doelgroep voor gebruik van de applicatie uitgebreid naar onderzoekers.

In dit onderdeel werd met name samengewerkt door RWS-RIKZ en IBN-DLO. Terugkoppelingen vonden plaats in de Begeleidingsgroep BEON-Habitats, die als klankbordgroep fungeerde.

2. BEGRIPSOMSCHRIJVING

Er zijn vele termen in omloop rond het thema 'kaarten met ecologische informatie', de zogenaamde ecologische kaarten. Met name de begrippen 'ecotoop' en 'habitat' worden in dit verband veel gebruikt, maar ook andere termen, met name 'biotoop', 'fysiotoop', 'ecoserie' en 'eco-element', worden regelmatig aan dit lijstje toegevoegd. Omdat al deze begrippen door elkaar worden gebruikt, is er voortdurend sprake van communicatieproblemen tussen wetenschappers onderling en met beleidsmensen. Aangezien daarnaast ook nogal eens uit het oog wordt verloren dat al deze '-topen' en '-series' in principe op redelijke wijze én herhaalbaar karteerbaar moeten zijn (in bijna alle definities komt het begrip 'karteerbaar' voor), wordt het geheel er in de praktijk niet werkbaarder op.

Om te komen tot concrete ecologische kaarten voor de Waddenzee is hier gekozen voor een pragmatische aanpak. Daarbij is de problematiek vooral benaderd vanuit de algemene doelstelling: men wil ecologisch relevante gegevens op eenvoudige en reproduceerbare wijze inzetten in beleid en onderzoek en daarbij vormt weergeven in één of enkele kaarten een belangrijk hulpmiddel. Er is een tweetal typen ecologische kaarten onderscheiden, gegroepeerd rond de begrippen 'ecotoop' en 'habitat', waarmee binnen dit kader verder gewerkt wordt. Het onderscheid heeft enerzijds te maken met het gebruikelijke onderscheid in leefgebieden voor resp. levensgemeenschappen en afzonderlijke soorten en anderzijds met een verschil in methode om de kaarten te maken.

Voor de begrippen ecotoop en habitat zijn de volgende werkschrijvingen opgesteld:

⇒ een 'ecotoop' is het 'leefgebied' van een levensgemeenschap, bijvoorbeeld een bodemdierlevensgemeenschap met de daarbij horende vogels en vissen. In principe worden op een ecotopenkaart dus levensgemeenschappen afgebeeld. Deze levensgemeenschappen zijn echter in de praktijk niet of nauwelijks gebiedsdekkend te karteren, tenzij ze aan het oppervlak zichtbaar zijn, zoals bijvoorbeeld mosselbanken of zeegrasvelden. Wel zijn allerlei gebiedsdekkende abiotische kaarten beschikbaar. Uitgaande van de aanname dat er kwantificeerbare relaties zijn tussen te karteren levensgemeenschappen en diverse abiotische parameters kunnen deze abiotische kaarten worden gebruikt voor het in kaart brengen van de levensgemeenschappen. Hierop wordt in Hoofdstuk 3 nader teruggekomen. In dit kader wordt een ecotoop dus gebaseerd op een combinatie van relevante abiotische parameters, zoals bodemhoogte, zoutgehalte, stroomsnelheden, golven, bodemsamenstelling en geomorfologie, waar nodig aangevuld met biotische informatie, zoals mosselbanken, zeegrasvelden, maar ook menselijk gebruik etc.

Een methodisch uitgangspunt is dat ecotopen discrete eenheden zijn; dat wil zeggen dat in een bepaald deel van een watersysteem slechts één ecotoop kan voorkomen. Daarom levert een ecotopenkaart in principe een gebiedsdekkende kaart met meerdere, discrete ecotopen op. De relaties tussen ecotopen en parameters worden weergegeven als discrete klassegrenzen en niet als responscurven. Dit uitgangspunt komt met name voort uit de algemene praktijk van de (terrestrische) ecotopen. Daar worden ecotopen ook discreet gekarteerd, met name omdat ze in hoge mate zijn gebaseerd op vegetaties, die als regel ook als discrete eenheden worden gekarteerd. Omdat het onderscheid ligt op het niveau van levensgemeenschappen en een soort in meerdere levensgemeenschappen kan voorkomen kan een bepaalde soort ook in meerdere ecotopen voorkomen.

⇒ een 'habitat' is het 'leefgebied' van één bepaalde soort in een bepaald gebied. Het wordt eveneens onderscheiden op basis van een combinatie van voor die soort relevante abiotische gegevens. Een soort kan echter in de loop van één jaar en/of zijn levenscyclus verschillende habitats nodig hebben, hetzij binnen hetzelfde gebied, bijvoorbeeld 'hoog slik - laag slik', hetzij in verschillende gebieden, bijvoorbeeld 'toendra - Waddenzee - west Afrika' of 'bovenloop rivier - estuarium - open zee'. Een habitatkaart levert een kaartbeeld op waarin de voor die soort belangrijke delen in een bepaald gebied zijn aangegeven.

Een methodisch uitgangspunt is dat de relatie tussen een soort en een bepaalde abiotische parameter nooit 'alles of niets' is, maar dat er eigenlijk altijd sprake is van meer of minder geschikt. Dit kan worden uitgedrukt in een responscurve. Daarom leidt de combinatie van diverse abiotische factoren ook niet tot kaarten met gebieden die óf wel óf niet geschikt zijn, maar ontstaan er kaarten waarin de gebieden gradueel worden onderscheiden naar potentiële geschiktheid voor een soort, met als uitersten 100%- en 0%-geschiktheid, de 'habitatgeschiktheidskaarten'.¹

Over de andere hierboven genoemde veel gebruikte termen, 'fysiotoopen', 'biotopen', 'ecoseries' en 'eco-elementen', kan in dit verband het volgende worden opgemerkt (zie ook Wintermans *et al.*, 1996). Een 'fysiotoop' wordt meestal omschreven als een gebied dat is onderscheiden op basis van abiotische kenmerken, waarbij ecologisch relevante grenzen worden aangehouden. Het heeft daarmee grote overeenkomst met het hierboven omschreven begrip 'ecotoop'. Hier wordt echter de voorkeur gegeven aan de term 'ecotoop', omdat dit een meer bij het beleid ingeburgerde term is. Een 'biotoop' komt veelal naar voren als een overkoepelende term voor habitats en ecotopen en dit is daarmee een minder goed bruikbare term voor de praktijk. Met 'ecoseries' wordt over het algemeen gedoeld op grotere eenheden die zijn opgebouwd uit kleinere eenheden, de 'ecotopen' (vergelijkbaar met de hierboven beschreven ecotopen). Deze ecotopen kunnen weer onderverdeeld zijn in 'deelecotopen' of 'eco-elementen'. Het is in dit geval veel eerder een kwestie van kaartschaal. Indien men op een grotere schaal, bijvoorbeeld 1:10.000, ecotopen weergeeft dan kan men ver gaan in het opdelen, desgewenst tot het niveau van de 'eco-elementen'; bij gebruik van een kleinere kaartschaal, bijvoorbeeld 1:50.000, moet men ecotopen samenvoegen tot grotere eenheden, hetgeen men ecoseries zou kunnen noemen.

Beide typen ecologische kaarten (ecotopen- en habitatkaarten) zullen in principe een verschillende toepassing kennen:

⇒ ecotopenkaarten zijn bedoeld om op een meer globaal niveau ecologisch relevante informatie op een overzichtelijke wijze te clusteren in één kaartbeeld. Deze clustering zal vaak op een algemene indeling zijn gericht, bijvoorbeeld natuurdoeltypen of kwetsbare gebieden (wel moet in het tweede geval dan eerst de vraag worden beantwoord: kwetsbaar voor wat?). Maar ook is er de mogelijkheid om de ecologische informatie te clusteren ten behoeve van specifieke beleids- en beheersvragen die moeten worden beantwoord. Daarbij kan gedacht worden aan beheersvragen met betrekking tot bijvoorbeeld oliebestrijding, bodemgebonden visserij of baggeren/storten, en aan beleidsvoorbereidende vragen met betrekking tot ruimtelijke effecten van ingrepen bijvoorbeeld ten behoeve van een 2e Maasvlakte of een vliegveld in zee. In al deze gevallen is de term ecologische kaart in principe beter.

⇒ habitatkaarten zijn onder andere geschikt om de (potentiële) verspreiding van een soort weer te geven (bijvoorbeeld ten behoeve van beleidsvragen) en om kennis over de verspreiding van een soort te toetsen met een ruimtelijk model (analyse ten behoeve van onderzoek). Daarbij kan zowel 'harde' kennis (literatuur, experimenteel/veld relatieonderzoek) als 'zachte' kennis ('intuïtieve' kennis) worden getoetst.

¹ Uiteraard kan desgewenst ook een ecotopenkaart worden gemaakt volgens de methode van de habitatkaart, dus met glijdende grenzen. Dat levert dan een kaart op met een of enkele ecotopen die elkaar kunnen overlappen. Het is echter de vraag of dit in de praktijk verstandig is, omdat het het tot nu toe gebruikelijke systeem van discrete ecotopen doorbreekt, wat tot een (nog) grote(re) verwarring kan leiden.

3. VAN BASISGEGEVENS NAAR ECOLOGISCHE KAARTEN

3.1. Algemene werkwijze

Bij het maken van ecotopen- en habitatkaarten en ecologische kaarten wordt uitgegaan van de bepalende (relevante) abiotische en biotische parameters (de informatielagen). Bij de bepalende abiotische parameters kan onderscheid gemaakt worden in primaire parameters, zoals overspoelingsduur, stroomsnelheid, golfwerking en zoutgehalte en helderheid van het water, en hiervan afgeleide parameters, zoals geomorfologie (de vorm van het bodemoppervlak) en bodemsamenstelling (met name slibgehalte). Naast de abiotische parameters kunnen ook biotische parameters van belang zijn, bijvoorbeeld de aanwezigheid van één of enkele soorten (mosselbanken of zeegras) of bepaalde menselijke activiteiten (bodemvisserij, lozingen van toxische stoffen, recreatie).

In principe komen alleen die parameters in aanmerking die op de een of andere wijze in kaartvorm weer te geven zijn. Dit kan zijn in de vorm van een directe kartering (bijvoorbeeld geomorfologie, zeegras, mosselbanken) of van een indirecte kartering, dat wil zeggen verkregen via interpolatie van puntmetingen (bijvoorbeeld bodemkaart, hoogtekartaal/overspoelingsduurkaart). Maar ook kunnen dergelijke kaarten uit modelberekeningen komen (bijvoorbeeld golfwerking, stroomsnelheid, zoutgehalte). In principe zullen meestal kaarten van de huidige situatie worden gebruikt, maar uiteraard is het ook mogelijk om kaarten van nieuwe of historische situaties te gebruiken ten behoeve van prognostisch respectievelijk retrospectief onderzoek.

Ten behoeve van het maken van de ecologische kaarten worden relaties gelegd tussen het voorkomen van een bepaalde soort of de onderscheiden levensgemeenschappen en de relevante parameters. Voor een ecotopenkaart houdt dit in dat per relevante parameter discrete klassengrenzen worden aangegeven en voor een habitatkaart worden voor die soort responscurven per relevante parameter aangegeven. Dit betekent dat er voldoende kennis beschikbaar moet zijn over de bepalende parameters en de relaties met die parameters.

Ter illustratie worden hier enkele voorbeelden gegeven van combinaties van enkele belangrijke parameters (informatielagen) voor vier mogelijke ecologische kaarten: twee habitatkaarten, een ecotopenkaart en een specifieke ecologische kaart:

⇒ habitatkaart zeegras: bodemhoogte, stroomsnelheid, golven, zoutgehalte en bodem (met name stevigheid);

⇒ habitatkaart kokkel: bodemhoogte, stroomsnelheid, golven, zoutgehalte en bodemsamenstelling;

⇒ ecotopenkaart algemeen: bodemhoogte, stroomsnelheid, golven, zoutgehalte, bodemsamenstelling;

⇒ ecologische kaart ten behoeve van oliebestrijding: bodemhoogte, bodemsamenstelling.

In al deze gevallen wordt de parameter 'bodemhoogte' genoemd. Hiervoor moet in feite gelezen worden de combinatie 'diepte - droogvalduur²' voor resp. onder en boven de Gemiddeld Laag Waterlijn. De responscurve of de klassengrenzen voor deze parameter 'bodemhoogte' zijn per kaart anders. Voor de westelijke Waddenzee zouden

² In het litoraal heeft de factor bodemhoogte tov NAP (de absolute bodemhoogte) weinig ecologische betekenis. Het ecologisch effect van de absolute bodemhoogte hangt namelijk mede af van de factor getijverschil. In de Westelijke Waddenzee is het getijverschil ca 1,5m en in het oostelijk deel ca 2,5m. Dit betekent dat bv op een hoogte van NAP +1m in het westen de bodem vrijwel permanent droog ligt en in het oosten maar ca 60% van de getijcyclus. Beter is het om de absolute bodemhoogte te combineren met het lokale getijverschil tot de afgeleide factor overspoelingsduur/droogvalduur, een factor die wel ecologisch relevant is. In dit rapport is deze omrekening in principe altijd gedaan voor de hoogtes in het litoraal, tenzij anders is vermeld.

=====

de grenzen kunnen zijn zoals aangegeven in figuur 1 (omdat de grenzen voor een beperkt gebied worden aangegeven wordt hier volstaan met de hoogte tov NAP; waar relevant wordt de overspoelingsduur erachter vermeld):

⇒ habitatkaart zeegras (responscurve):

>NAP+0,6m: 0% kans (te droog)
 NAP+0,6 - +0,3m: 0% → 100%
 NAP+0,3m - -0,3m: 100% (optimale diepte)
 NAP-0,3 - -1,0m: 100 → 0%
 <NAP-1m: 0% kans (te donker)³.

⇒ habitatkaart kokkel (responscurve):

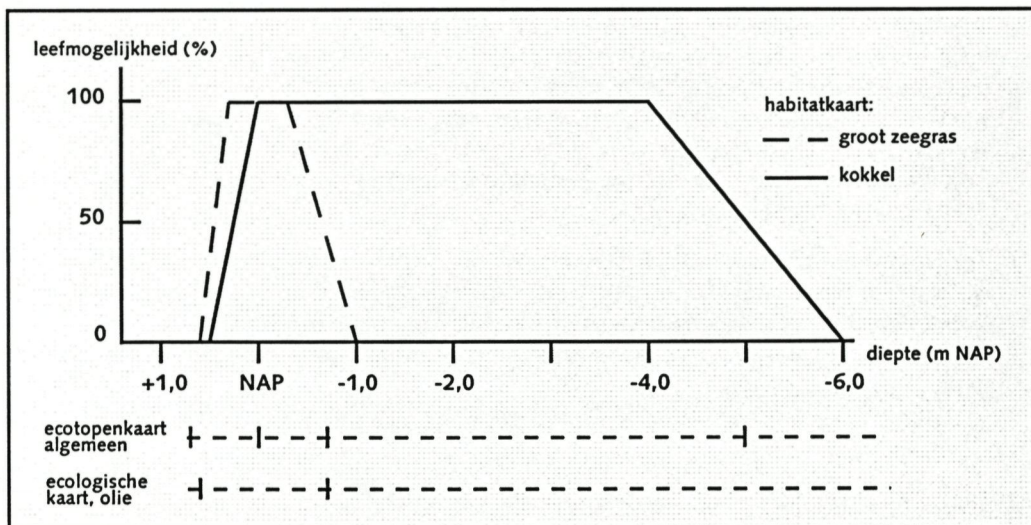
>NAP+0,5m: 0% kans (te droog)
 NAP+0,5m - NAP: 0% → 100%
 NAP - NAP-4m: 100%
 NAP-4m - NAP-6m: 100% → 0%
 <NAP-6m: 0% kans (te diep, te dynamisch).

⇒ ecotopenkaart algemeen (klassengrenzen):

NAP+0,7m (±85% droogvalduur)
 NAP (±50% droogvalduur)
 NAP-0,7m (±GLW)
 NAP-5m.

⇒ ecologische kaart ten behoeve van oliebestrijding (klassengrenzen):

NAP+0,6m (±75% droogvalduur; daarboven zone waarin uiteindelijk alle olie zal terechtkomen, daaronder zone waarin olie hooguit tijdelijk strandt)
 NAP-0,7m (±GLW, daaronder geen kans op oliestranding).



Figuur 1. Voorbeeld van responscurven en klassegrenzen voor twee habitatkaarten, een ecotopenkaart en een ecologische kaart voor de westelijke Waddenzee.

³ Hier wordt de ondergrens van de hoogte dus gebruikt om de factor 'troebelheid van het water' te kunnen gebruiken. De troebelheid van het water bepaalt hoe diep een plant kan voorkomen. Via een modelberekening (zie De Jonge & de Jong, 1992) is de maximale diepte berekend tot waar zeegras potentieel kan voorkomen. Deze diepte is hier gebruikt als ondergrens voor het voorkomen van zeegras.

De opgestelde responscurven of klassengrenzen worden gecombineerd met de betreffende informatielagen tot 'monoparametrische habitat- of ecotopenkaarten'. Dat zijn bijvoorbeeld leefmogelijkhedenkaarten voor zeegras telkens gebaseerd op één parameter. Deze 'monoparametrische kaarten' worden vervolgens gecombineerd tot één 'multiparametrische' habitatkaart, ecotopenkaart of ecologische kaart.

Bij de ecotopenkaarten wordt dit combineren gedaan door voor ieder deelgebiedje of gridcel per parameter aan te geven in welke klassen hij allemaal valt.

Bijvoorbeeld:

gridcel X valt in bodemklasse 3, hoogteklasse 4 en stroomsnelheidsklasse 2;

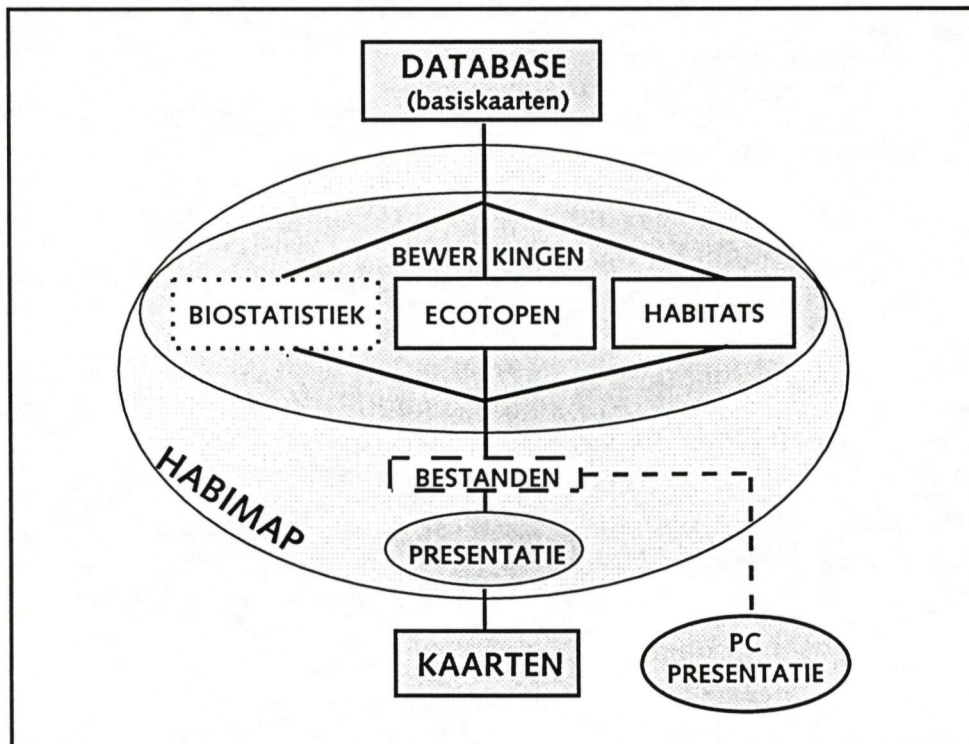
gridcel Y valt in bodemklasse 3, hoogteklasse 4 en stroomsnelheidsklasse 1.

Bij de eindpresentatie kunnen vervolgens per relevante parameter de gewenste klassen worden samengenomen tot legenda-eenheden. In het voorbeeld zouden alleen hoogte en stroomsnelheid gebruikt kunnen worden, waarbij op basis van hoogte de cellen zouden samenvallen, maar op basis van stroomsnelheid de cellen in een verschillend ecotoop zouden kunnen komen.

Bij de habitatkaarten worden de monoparametrische kaarten gecombineerd tot één multiparametrische kaart door voor ieder gebiedje of gridcel de afzonderlijke waarden te combineren tot één waarde, de leefmogelijkheid voor die soort gebaseerd op de gekozen set parameters en responscurven. Dit combineren kan op verschillende manieren. Uit ecologisch oogpunt lijkt het het meest logisch om te kiezen voor de laagste waarde als bepalend, omdat in veel (de meeste?) gevallen één parameter limiterend is voor het voorkomen van een soort. Het eindresultaat is een kaart waarin volgens een schaal van 0 - 100% de mogelijkheden voor groei/aanwezigheid voor een bepaalde soort zijn aangegeven.

3.2. Globale opbouw applicatie

Voor het maken van de ecotopenkaarten en habitatkaarten is een GIS-applicatie gemaakt in ARC/INFO (te draaien onder UNIX). Deze applicatie, HABIMAP genaamd, bestaat in hoofdzaak uit twee delen, een bewerkingsmodule en een presentatiemodule (zie figuur 2).



Figuur 2. Globale opbouw GIS-applicatie HABIMAP. De module Biostatistiek ontbreekt nog; de module PC-presentatie is in voorbereiding.

In de bewerkingsmodule worden de feitelijke bewerkingen uitgevoerd. Dat wil zeggen, de parameters worden geselecteerd en de bijbehorende responscurven of klassengrenzen ingesteld. Vervolgens worden de gekozen instellingen gecombineerd met de parameterkaarten tot monoparametrische habitat- of ecotopenkaarten en worden deze monoparametrische kaarten weer gecombineerd tot de multiparametrische kaart, de uiteindelijke habitat- of ecotopenkaart. Het resultaat is een serie bestanden, die in principe alle afgebeeld kunnen worden.

Met behulp van de presentatiemodule worden de uitgevoerde bewerkingen gepresenteerd in kaarten. Bij de habitatkaarten kunnen zowel de monoparametrische als de multiparametrische groeimogelijkhedenkaarten worden afgebeeld. Dit biedt de mogelijkheid om te analyseren wat het belang is van de afzonderlijke parameters voor het eindresultaat. Bij de ecotopenkaarten kan zelf bepaald worden welke parameters en welke klassengrenzen uiteindelijk in de kaart gebruikt worden. Dat maakt het bijvoorbeeld mogelijk om eenmalig voor een aantal parameters een grote serie gedetailleerde klassengrenzen door te rekenen, waarna vervolgens per vraag de daarvoor relevante parameters en klassengrenzen geselecteerd en afgebeeld kunnen worden.

Het is mogelijk om een of vier kaarten tegelijk af te beelden, op A4, A3 of eventueel zelfs A0-formaat. Er kan worden ingezoomd op een bepaald deel van het gebied en er kunnen in beperkte mate teksten worden toegevoegd. De gemaakte kaarten kunnen worden opgeslagen als printfiles en geprint.

Op dit moment kan alleen gewerkt worden via deze, vrij complexe, applicatie onder UNIX. Er wordt momenteel gewerkt aan een tweede, relatief eenvoudige, 'applicatie' op PC-niveau, waarin met name het presentatiegedeelte is opgenomen. Door deze PC-applicatie te koppelen met een database met een (of meer) kant-en-klare, zeer gedetailleerde deelecotopenindeling(en), is het mogelijk om zelf de gewenste ecotopenkaarten te maken, zij het wel binnen de randvoorwaarden van de doorgerekende indeling(en).

3.3. Enkele voor- en nadelen van de werkwijze

De hiervoor beschreven werkwijze om met behulp van HABIMAP ecologische kaarten te maken heeft diverse voordelen en nadelen.

De voordelen hebben met name te maken met de grote soepelheid van de methode en de grote vrijheid in het gebruik:

⇒ er kan op relatief eenvoudige wijze worden ingespeeld op andere of nieuwe inzichten door een set nieuwe klassengrenzen of responscurven toe te passen in plaats van de oude; daarbij kan men die nieuwe indeling ook retrospectief toepassen, zodat bijvoorbeeld achteraf een eerder vastgestelde T_0 (uitgangssituatie) als nog kan worden aangepast aan de nieuwe indeling ten behoeve van een goede vergelijking van de ontwikkelingen;

⇒ andere ecotopenindelingen (bijvoorbeeld gebruikt in het buitenland) of natuurdoeltypenindelingen kunnen eenvoudig worden vertaald in een aangepast kaartbeeld;

⇒ hiërarchische indelingen, bijvoorbeeld ecoserie/ecolement of ecotoop/deelecotoop, zijn in feite eenvoudig te maken door vergroving/verfijning van de klassengrenzen.

Hierbij moeten uiteraard wel de schaal en de foutmarges van de uitgangskaarten in de gaten worden gehouden, om te voorkomen dat te gedetailleerd wordt gewerkt ten opzichte van de uitgangskaarten.

⇒ het is eenvoudig om ecotopen- en habitatkaarten te vernieuwen door nieuwe informatielagen (bijvoorbeeld recenter of betere kwaliteit) toe te passen;

⇒ bij habitatkaarten kan intuïtieve kennis worden getoetst en zonodig bijgesteld; ook kan op deze wijze bijvoorbeeld informatie worden verkregen over het belang van parameters en over de relaties tussen een soort en een bepaalde parameter;

⇒ door oude kaarten aan de database toe te voegen kunnen retrospectieve kaarten worden gemaakt;

⇒ voor nieuwe, hypothetische situaties kunnen kaarten gemaakt met behulp van

modelberekeningen of op basis van expert-judgement aan de database worden toegevoegd, waarna deze nieuwe situaties kunnen worden doorgerekend ten behoeve van vergelijking met bijvoorbeeld de uitgangssituatie of een historische referentie.

De 'nadelen' hebben voor een belangrijk deel te maken met het nog ontbreken van veel informatie, waardoor het eindprodukt op dit moment nog niet die kwaliteit heeft die men zou wensen.

Enkele belangrijke punten zijn:

⇒ de kwaliteit en mate van detail van de parameterkaarten zijn in hoge mate bepalend voor de nauwkeurigheid van het eindprodukt. Het is daardoor over het algemeen niet mogelijk om op het niveau van hectares aan te geven wat er aan de hand is. De remedie is zo goed mogelijke parameterkaarten gebruiken en zonodig investeren in (de ontwikkeling van) betere technieken om bepaalde parameters in kaart te brengen.

⇒ de relaties tussen parameters en biota zijn in veel gevallen gebaseerd op empirische kennis (velddata, of eventueel intuïtie) in plaats van op proceskennis. Hierin zouden gerichte experimenten verbetering kunnen brengen.

⇒ er wordt geen rekening gehouden met interacties tussen parameters; bijvoorbeeld dat de respons van een soort voor de ene parameter afhangt van de waarde van een andere parameter. Hiervan is echter ook betrekkelijk weinig concreets bekend. In een latere versie van HABIMAP kan hier eventueel alsnog in worden voorzien.

⇒ er wordt niet direct rekening gehouden met dynamiek in de tijd, bijvoorbeeld seizoensgebonden veranderingen in het zoutgehalte. Dit is echter goed op te vangen door te werken met parameterkaarten die variëren met de seizoenen.

4. VOORSTEL INDELING ECOTOPEN WADDENZEE

4.1. Inleiding

Een ecotopenindeling voor de Nederlandse zoute kustgetijdenwateren, Waddenzee, Westerschelde en Oosterschelde moet waar nodig en mogelijk aansluiten op andere ecotopenindelingen voor de grote Nederlandse wateren. Dit geldt met name voor de gebieden waar zoute en zoete getijden wateren in elkaar overgaan. Momenteel vindt deze overgang uitsluitend plaats in het Beneden Rivierengebied, (Haringvliet en Nieuwe Waterweg), de Westerschelde en de Eems-Dollard. In het kader van de ontwikkeling van een landelijk ecotopenstelsel voor de rijkswateren (Wolfert, 1996) is door RWS-RIZA en Staring Centrum-DLO een ecotopenindeling voor het Beneden Rivierengebied opgesteld (Maas, 1998), hier verder het 'BES' genoemd (Beneden rivieren EcotopenStelsel). In het 'BES' is onder andere een voorstel voor de brakke overgangszone opgenomen, waarop voor het zoute gebied aangesloten kan worden.

In het 'BES' worden vier parameters genoemd als bepalend voor de ecotopenindeling, die alle, zij het soms onder andere naam, ook in de kustwateren als belangrijk beschouwd worden. Hiervan wordt 'gebruik' nog nauwelijks toegepast in de kustwateren, met name als gevolg van het ontbreken van adequate informatie over relaties. Verder wordt in de kustwateren ook golven als een belangrijke parameter beschouwd, maar die ontbreekt in het 'BES'.

Parameters:	<u>'BES'</u>	<u>Kustwateren</u>
	hydrodynamiek	hoogte tov NAP/droogvalduur
	morfodynamiek	stroomsnelheid
	zoutdynamiek	zoutdynamiek
	gebruiksdynamiek	(gebruik)
	---	golven

In welke mate de klassegrenzen binnen de parameters over en weer bruikbaar zijn zal nader bepaald moeten worden. De eerste aanwijzingen voor de kustwateren wijzen echter in een richting waarbij de klassegrenzen per watersysteem anders kunnen zijn als gevolg van lokale verschillen. Dit zal zeker ook doorwerken in de aansluiting op de klassegrenzen in het 'BES'.

In de volgende paragrafen wordt een voorstel voor een ecotopenindeling voor de Nederlandse zoute kustgetijdenwateren ontwikkeld. Daarbij wordt, waar zinvol, rekening gehouden met de reeds gemaakte indeling voor het Beneden Rivierengebied, het 'BES'. Eerst wordt in H4.2 een complete, systematisch opgebouwde, indeling gedefinieerd en gepresenteerd. Omdat deze erg complex is en er diverse ecotopen zijn die in principe samengenomen kunnen worden, wordt in H 4.3 een vereenvoudigde ecotopenindeling gepresenteerd, die bovendien gekenmerkt wordt door een hiërarchische opbouw. Deze hiërarchische indeling wordt voorgesteld als ecotopenindeling Nederlandse zoute kustgetijdenwateren, 'ECOKUST'.

4.2. Parameters

Als basisparameters voor de ecotopenindeling wordt voorgesteld zout, hoogteligging (diepte/droogvalduur) en hydrodynamiek, waar nodig aangevuld met bijvoorbeeld biotische parameters als mosselbank, zeegrasveld, kwelderbegroeiing etc. Per parameter wordt beschreven hoe deze kan worden ingedeeld in klassen, waarna een suggestie wordt gedaan voor klassegrenzen, zoals te gebruiken in de Waddenzee. Bij dit laatste moet worden benadrukt dat er nog onvoldoende materiaal is om deze klassegrenzen hard te maken; het zijn dus slechts suggesties. Waar relevant wordt gerefereerd aan de indeling voor het Beneden Rivierengebied (het 'BES'). De parameter 'menselijk gebruik/beïnvloeding' is bij deze indeling (nog) niet meegenomen, omdat deze parameter eerder zorgt voor een variant van een 'van nature ergens thuishorend' ecotoop, dan dat het een eigen ecotoop zal vormen.

Zout.

Aansluitend op de 'BES'-indeling kan een vijftal klassen worden onderscheiden: zoet, licht brak (oligohalieu), brak (mesohalieu), sterk brak (polyhalieu) en zout (marieu). Hiervan zijn de laatste drie relevant voor de kustzone. De klassegrenzen zijn in dit geval vrij duidelijk omdat ze kunnen worden afgeleid van internationaal gebruikelijke grenzen:

mesohalieu: 3-10 g Cl/l,
polyhalieu: 10-17 g Cl/l
marieu: >17g Cl/l.

Een belangrijke vraag is echter nog of hierbij gekeken moet worden naar de jaargemiddelde zoutsituatie, het minimum of het maximum gehalte, of juist het voorjaarsgehalte (start nieuw seizoen) of het zomergehalte etc.

Hoogteligging.

Een belangrijke grens is de Gemiddeld Laagwaterlijn (GLW). Onder deze grens kan gewerkt worden met de absolute diepte tov NAP. Boven deze grens is de absolute hoogte niet zozeer van belang, alswel de droogvalduur/overspoelingsduur. Deze is een functie van de hoogte tov NAP en de getijkromme in het (deel)gebied.

Onder GLW kan globaal onderscheid worden gemaakt in twee zones:

- ⇒ de diepere geulen,
- ⇒ de vlakke ondiepwatergebieden tussen de geulrand en de GLW-lijn.

De motivatie voor deze onderverdeling is dat het ondiep watergebied de zone is waarin getijdenmigreerders een belangrijke rol spelen en waarin bij uitsteking de kinderkamerfunctie tot uitdrukking komt. De grens tussen beide gebieden varieert per watersysteem, maar ligt als regels rond de NAP -4 á -5m. Dit is vergelijkbaar met de grens in het 'BES: NAP -5m.

Boven GLW kan van onder naar boven globaal onderscheid worden gemaakt in:

- ⇒ de zone waar mosselbanken als mede-structurende factor kunnen voorkomen,
- ⇒ de zone waar geen mossels maar nog wel andere filterfeeders (bijvoorbeeld kokkel) kunnen voorkomen en waarin ook nog hoge biomassa's bodemdieren kunnen voorkomen,
- ⇒ de zone waarin alleen sedimenteters (zoals wormen en kleine kreeftachtigen) kunnen voorkomen en waarin als regel alleen lagere biomassa's voorkomen,
- ⇒ de zone waarin geen bodemdieren van betekenis meer voorkomen en waarin eventueel kweldervorming mogelijk is.

Klassegrenzen hier zouden kunnen zijn:

<i>laag litoraal</i>	<i>1- 50 % droogval</i>	
<i>midden litoraal</i>	<i>50 - 75 % droogval</i>	
<i>hoog litoraal</i>	<i>75 - 90 % droogval</i>	
<i>kwelder</i>	<i>>90 % droogval:</i>	
<i>(eventueel verdeeld in</i>	<i>pionierzone/lage kwelder</i>	<i>90 % - 300x overspoeling</i>
	<i>midden kwelder</i>	<i>300 - 25x overspoeling</i>
	<i>hoge kwelder</i>	<i>< 25x overspoeling)</i>

In het 'BES wordt alleen onderscheid gemaakt in laag en hoog, resp. <50% en 50-99% droogvalduur. Dit lijkt echter een minder goede indeling voor de zoute kustwateren, zoals hiervoor is aangegeven.

Hydrodynamiek.

Onder hydrodynamiek wordt verstaan het effect van waterbeweging op de bodembeweging en op de leefmogelijkheden voor organismen op en in de bodem. Er kan onderscheid worden gemaakt in diverse vormen van effect, waarvan er hier enkele belangrijke worden genoemd. Ten eerste bepaalt de waterbeweging of en waar organismen zich kunnen vestigen als larve. Ten tweede bepaalt de waterbeweging de mate waarin een bodem in beweging is, doorwerkend naar de leefmogelijkheden voor sommige organismen. Ten derde kunnen organismen die op het oppervlak leven worden weggespoeld of worden blootgesteld aan te veel stress. Tenslotte bepaalt de

waterbeweging mede de mate van voedselaanvoer voor onder andere filterfeeders. Van deze effecten is over het algemeen nog betrekkelijk weinig kwantitatief bekend. Hier wordt primair ingegaan op de effecten van de waterbeweging op de bodembeweging; in dit geval zou de term hydrodynamiek dus vervangen kunnen worden door de term morfodynamiek (zoals in het 'BES'). Omdat de grenzen echter worden bepaald aan de hand van de sturende hydrodynamische parameters wordt toch de term hydrodynamiek gehandhaafd.

Waterbeweging heeft in hoofdzaak op twee manieren invloed op de bodembeweging, via golven en via stroming. Beide effecten werken verschillend door naar de bodem. Golven hebben vooral een op- en omwoelend effect zonder dat er sprake hoeft te zijn van transport; stroming kan leiden tot bodemopwoeling, maar dat hoeft niet per sé, en tot transport van bodemmateriaal etc. Beide aspecten samen kunnen leiden tot een breed spectrum aan dynamiek, met enerzijds zeer rustige gebieden, waar bijvoorbeeld veel slib kan sedimenteren, en anderzijds zeer dynamische gebieden, waar de bodem continu in beweging is en verplaatst wordt, bijvoorbeeld megaribbels, en alles daar tussen in. De mate van bodembeweging is van grote invloed voor de leefmogelijkheden van bodembewonende organismen, zowel de op de bodem levende organismen als de in de bodem levende dieren.

Er is nog te weinig materiaal voorhanden om hier harde uitspraken te kunnen doen met betrekking tot een indeling. Een eerste voorstel is om een driedeling te hanteren: laag dynamisch, dynamisch en hoog dynamisch. Deze drie klassen kunnen globaal als volgt worden 'gedefinieerd':

⇒ laag dynamisch: de bodem komt niet of nauwelijks in beweging ten gevolge van golven en/of stroming. Er is bij voldoende slibaanbod via het water sprake van relatief zeer slibrijke en zachte bodems. Als gevolg van deze slibrijke bodems zijn er voor gangbewonende bodemdieren vaak belemmeringen om hun holletjes open te houden voor de noodzakelijke zuurstofaanvoer.

Dit type komt bijvoorbeeld voor in de meer landinwaartse delen van een watersysteem, zoals de Dollard, of in zeer beschutte delen langs de dijk. In watersystemen met zeer weinig gesuspendeerd slib, zoals bijvoorbeeld de Oosterschelde, blijft de bodem relatief slibarm en sluit deze klasse vermoedelijk aan bij de klasse 'dynamisch'.

⇒ midden dynamisch: in deze gebieden is de bovenlaag van de bodem regelmatig in beweging door golven en/of stroming, zij het slechts de bovenste laag van enkele centimeters tot hooguit 1 decimeter. De beweging is niet zodanig dat het de bodemdieren in de bodem belemmert in hun groeimogelijkheden. Wel kan tijdelijk sprake zijn van achteruitgang in biomassa of van het bijna verdwijnen van een soort als gevolg van bijvoorbeeld een storm. De bodem is, afhankelijk van het slibaanbod via het water, zandig tot slibrijk, waarbij er lokaal seizoensvariaties kunnen optreden in de slibrijkdom.

Dit type beslaat het grootste deel van het litoraal.

⇒ hoog dynamisch: in deze gebieden is de bodem continu in sterke mate in beweging als gevolg van stroming en golven, zeker rond springtij of bij stormen. In de bodem wonende dieren kunnen hier niet overleven, omdat gangen voortdurend worden vernield of omdat ze voortdurend wegspoelen. De bodemfauna is dan ook arm en bestaat vooral uit een klein aantal beweeglijke epibenthische soorten.

Klassegrenzen voor de drie categorieën zijn nog niet te geven; deze moeten nader bepaald worden. Belangrijke vraag daarbij is onder andere welke situatie maatgevend is voor golven en stroming: stormsituaties ('events') of juist de meer normale situatie rond bijvoorbeeld springtij. Een eerste voorstel is als volgt:

$V_{lineair}$	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
$V_{orbitaal}$			
< 0,2	Laag Dynamisch	Midden Dynamisch	Hoog Dynamisch
0,2 - 0,4	Midden Dynamisch	Midden Dynamisch	Hoog Dynamisch
> 0,4	Hoog Dynamisch	Hoog Dynamisch	Hoog Dynamisch

waarin $V_{lineair}$ = stroomsnelheid (in m/s) en $V_{orbitaal}$ = orbitaalsnelheid (in m/s) (= snelheid van een golf aan de bodem), beide voor stormsituaties met een kans van voorkomen van 1x/2 jaar.

Deze klassegrenzen komen ook terug in het 'BES'.

Zowel de stroomsnelheid als de orbitaalsnelheid moeten berekend worden met behulp van modellen. De modellen die hiervoor gebruikt worden, moeten primair afgeregeld zijn op de litorale delen. Veel van de huidige waterloopkundige modellen voldoen (nog) niet aan deze eis. Dit creëert een relatief grote onzekerheid.

Een alternatief zou kunnen zijn om de resultante te nemen, namelijk de bodemsamenstelling en/of de geomorfologie, twee parameters die eenvoudiger te karteren lijken te zijn. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de bodemsamenstelling, en dan met name de parameter slib, in hoge mate wordt bepaald door het aanbod via het water. Dit kan geïllustreerd worden voor de Westerschelde en de Oosterschelde. In beide systemen komen luwe delen voor; echter in de Oosterschelde is het slibaanbod via het water dermate laag dat er nog nauwelijks slib in de bodem wordt aangetroffen. Hier werkt de parameter slib, en daarmee bodemsamenstelling, dus geenszins. Daarnaast is ook het seizoen waarin gemeten wordt van grote invloed. In de meeste systemen is een duidelijke seizoensdynamiek aanwezig in het slibgehalte van de bovenste bodemlaag.

De geomorfologie van een gebied zou wellicht een betere parameter zijn, maar uit de praktijk tot nu toe is gebleken dat ook deze voor grotere gebieden minder eenvoudig te karteren is dan het lijkt. Bovendien is uit veldmetingen in de Westerschelde gebleken dat er lang niet altijd logische relaties zijn tussen de geomorfologie van een gebied en de optredende hydrodynamische krachten. Waarschijnlijk heeft de bodemsamenstelling een grote invloed op de geomorfologie.

4.3 Systematische indeling ecotopen zoute kustgetijdenwateren

Op basis van de hiervoor genoemde parameters en klassegrenzen, aangevuld met enkele extra parameters als zeegrasveld, mosselbank etc kan de volgende, systematische ecotopenindeling worden opgesteld:

Systematische indeling ecotopen zoute kustgetijdenwateren

sublitoraal diep	hoog dynamisch	kaal
	midden dynamisch	kaal
	laag dynamisch	kaal
		met mosselbanken
sublitoraal ondiep	hoog dynamisch	kaal
	midden dynamisch	kaal
	laag dynamisch	kaal
		met mosselbanken
	hardsubstraat	natuurlijk (veen etc)
		anthropogeen (dijkvlooiingen etc)

litoraal laag	hoog dynamisch		kaal	
	midden dynamisch		kaal	
	laag dynamisch	zandbodem	met mosselbanken	
		slibbodem	kaal	
litoraal midden			met mosselbanken	
			met zeegras	
	hardsubstraat		kaal	
	hoog dynamisch		met mosselbanken	
litoraal hoog	midden dynamisch		kaal	
	laag dynamisch	zandbodem	met mosselbanken	
		slibbodem	kaal	
			met mosselbanken	
schor	hardsubstraat		met zeegras	
	anthropogeen		natuurlijk (veen etc)	
	(kwelderwerk)		anthropogeen (dijkvlooiingen etc)	
	"natuurlijk"		kaal	
			kaal	
			met pioniervegetatie (schoraanzet)	
			kaal	
			met pioniervegetatie (schor)	
			anthropogeen (dijkvlooiingen etc)	
			pionierzone/laag	
			middelhoog	
			hoog	beweid
				onbeweid
			primair schor	
			structuurrijk schor	beweid
				onbeweid

Aan deze indeling kan nog worden toegevoegd een verlenging richting eerste duinvorming. Hoewel dit terrestrisch ecotopen betreft komen ze toch op diverse plaatsen, met name in de Waddenzee, voor.

4.4. Hiërarchische indeling ecotopen zoute kustgetijdenwateren

De hiervoor aangegeven ecotopenindeling is zeer uitgebreid. Totaal worden er 24 ecotopen op het midden niveau en 46 op het laagste niveau onderscheiden. Dit moet bovendien in 3 zoutvarianten worden opgenomen, mesohalien, polyhalien en marien, waarbij er in het mesohalien enkele ecotopen op het laagste niveau wegvallen als gevolg van het ontbreken van zeegras en mosselbanken in deze zone en in het marien door het ontbreken van zeegras. Verder lijkt het aannemelijk dat diverse ecotopen in de praktijk veelal samengenomen zullen worden, bijvoorbeeld midden litoraal/hoog dynamisch en laag litoraal/hoog dynamisch. Daarom is, gebaseerd op de bovenstaande indeling een tweede, sterk vereenvoudigde indeling, opgesteld. In tegenstelling tot de eerste indeling, die gericht was op systematische volledigheid, is deze indeling hiërarchisch opgesteld. Dit betekent dat de parameters door elkaar zijn gebruikt op een zodanige wijze dat op alle niveaus van de indeling een bruikbaar systeem overblijft. Op deze wijze kan afhankelijk van de kaartschaal waarop wordt gewerkt of de beschikbaarheid van (vooral meer gedetailleerde) kaartinformatie één niveau, of een combinatie van meerdere niveaus, worden gekozen.

5. RESULTAAT: ECOLOGISCHE KAARTEN

5.1. Bestanden

Hiervoor is reeds in grote lijnen aangegeven welke typen parameters zoal gewenst zijn om ecologische kaarten zoals ecotopenkaarten en habitatkaarten te maken. In deze paragraaf wordt hier nader op ingegaan, waarbij wordt aangegeven welke abiotische kaarten momenteel reeds voor de Waddenzee beschikbaar zijn.

a) stroomsnelheid

⇒ *maximum stroomsnelheid onder stormcondities*. Gewenst is een storm met een frequentie 1x per 2 jaar, zijnde een storm die in de levenscyclus van de meeste bodemdieren een serieuze rol speelt. Deze moet met behulp van modelberekeningen worden doorgerekend voor de gehele windroos, waarna voor iedere gridcel de maximale waarde wordt genomen.

Beschikbaar is alleen de situatie met een storm uit het noordwesten.

Gewenst is dat de hele windroos wordt doorgerekend.

⇒ *maximum stroomsnelheid onder normale condities*. Gewenst is de situatie bij springtij. Deze situatie geeft aan wat de meer gebruikelijke maximale stroomsnelheden zijn.

Er is hiervan nog geen bestand beschikbaar.

⇒ *minimum stroomsnelheid*. Deze situatie is waarschijnlijk belangrijk in verband met het uitzakken van slib, maar ook in verband met aanvoer en vestiging van (schelpdier)larven. Gewenst is de situatie rond doortij.

Er is hiervan nog geen bestand beschikbaar.

⇒ verder moet nagegaan worden hoe een afgeleide kaart kan worden gemaakt waarin slibuitzakking/larvenvestiging wordt weergegeven op basis van onder andere minimum stroomsnelheid, duur hiervan, waterdiepte en valsnelheid.

b) golven

⇒ *maximum golfeffect onder stormcondities*. De golfwerking wordt uitgedrukt in orbitaalsnelheid aan de bodem. Voor de gewenste stormcondities zie hiervoor.

Beschikbaar is momenteel alleen nog de situatie met een storm uit het noordwesten..

Gewenst is dat de hele windroos wordt doorgerekend.

⇒ *maximum golfeffect onder normale windcondities*. Dit geeft de situatie aan onder de meer normale omstandigheden.

Er is nog geen bestand beschikbaar.

⇒ Onderzocht moet worden of en hoe het aspect 'brekende golven' toegevoegd moet worden. Deze zijn belangrijk in verband met het grote bodemopwoelende effect ervan.

c) diepte/droogvalduur

Onder de Gemiddeld Laag Waterlijn wordt de diepte tov NAP gehanteerd en daarboven de droogvalduur bij gemiddeld getij. Dit laatste is gekozen omdat droogvalduur over het algemeen een grotere ecologische betekenis heeft dan de absolute hoogte zelf. Daarnaast is er in de Waddenzee sprake van een groot verloop in getijamplitude van west naar oost waardoor bijvoorbeeld een hoogte van NAP +1m in het westen betekent dat het betreffende niveau permanent droogvalt terwijl het in het oosten slechts 60% van de tijd droogvalt.

Beschikbaar zijn een dieptekaart en een droogvalduurkaart, beide gebaseerd op een serie lodingkaarten uit de periode 1990-1995.

d) zoutgehalte

Dit is met name van belang in het Eems-Dollard gebied en in de westelijke Waddenzee. Hiervan is nog niets beschikbaar.

Gewenst zijn kaarten van de situatie in de winter-/voorjaarperiode en in de zomerperiode, dus resp. met een hoge afvoer en een lage afvoer van zoet water. Ook hier lijken 'extreme' situaties van 1x per 2 jaar een goede maat.

e) bodem-/slibgehaltekaart

Hoewel een afgeleide parameter kan een bodemkaart belangrijke informatie geven, onder andere aanvullend op de golf- en stromingkaarten. Momenteel is een bodemkaart beschikbaar, vervaardigd door middel van directe interpolatie (kriging) vanuit een serie bodemmonsterpunten. Omdat bij deze interpolatietechniek op geen enkele wijze rekening wordt gehouden met fenomenen als geulen, randen en scherpe overgangen, levert dit een kaart op die in feite alleen bruikbaar is voor zeer globale beschouwingen, te grof voor de meeste ecologische kaarten. Verder zijn de lab.-analyses van de genomen bodemmonsters uitgevoerd volgens de MCLaren-methode, dwz gericht op het bepalen van transportbanen. Deze techniek wijkt echter fundamenteel af van de gebruikelijke analysemethoden, hetgeen de bruikbaarheid van de bodemkaart niet ten goede komt.

Gewenst is een verbeterde versie van de bodemkaart waarbij enerzijds een normale analysemethode wordt toegepast op de monsters en anderzijds bij de interpolatie rekening wordt gehouden met andere informatie, met name de slibverspreiding aan het oppervlak zoals te bepalen vanuit satellietbeelden, en waarbij meer rekening wordt gehouden met gradiënten in het gebied. Voor de Westerschelde wordt momenteel een bodemkaart volgens deze techniek bewerkt.

f) geomorfologie

Ook geomorfologie, de bodemvorm aan het oppervlak zoals bepaald door golven, stoming etc, is een afgeleide parameter, maar ook deze kan belangrijke aanvullende informatie geven. Momenteel is geen actuele geomorfologische kaart van de Waddenzee aanwezig.

Hieraan moet in de naaste toekomst worden gewerkt. Praktisch probleem bij het maken van een dergelijke kaart voor de Waddenzee is de grootte van het gebied, waardoor het gebruik van luchtfoto's op praktische problemen stuit.

Indien men ook retrospectief zou willen kijken (bv om een historische referentie te kunnen bepalen) zouden kaarten uit eerdere perioden toegevoegd moeten worden. Voor diepte/droogvalduur is dat geen probleem, omdat de lodingkaarten beschikbaar zijn. Geomorfologie kan worden gereconstrueerd met behulp van luchtfoto's, maar voor bodemkaarten is dit twijfelachtig. Kaarten uit modelberekeningen kunnen worden doorgerekend, mits de goede bodemschematisaties worden gemaakt op basis van de bijbehorende dieptekaart(en).

Naast deze abiotische basisbestanden zijn ook bestanden verzameld met verspreidingsgegevens over biota, met name vissen (RIVO en H van de Veer-NIOZ), mosselbanken (N Dankers-IBN in manusc. + ongepubl. data), bodemdieren (ruwe data NIOZ+IBN: Beukema, van der Veer en Dankers) en zeegrassen en kweldervegetatie (MWTL-data RIKZ) (zie ook bijlage 5). Deze gegevens kunnen op verschillende manieren worden gebruikt, bijvoorbeeld presentatie in kaartvorm, al dan niet gecombineerd met abiotische kaarten. Een toepassing die in dit kader belangrijk is, is dat ze kunnen worden gebruikt om de benodigde responscurven op te stellen en/of te toetsen indien geen literatuur of andere, meer exacte, informatie beschikbaar is. Door deze bestanden te combineren met de abiotische kaarten kunnen daaraan de corresponderende parameterwaarden worden ontleend, die vervolgens kunnen worden bewerkt tot de gevraagde responscurven. Ook kan op deze wijze een reeds opgestelde curve worden getoetst. Een andere toepassing in dit kader is de toetsing van habitat- en ecotopenkaarten met actuele biotische informatie, waarna zonodig bijstelling van de responscurven of klassengrenzen kan plaatsvinden (terugkoppeling). Momenteel is in de applicatie nog geen 'ruimtelijke biostatistische module' aanwezig, zodat dergelijke overlays nu nog buiten de applicatie om gemaakt moeten worden, maar hieraan zal in de naaste toekomst worden gewerkt.

5.2. Ecotopenkaarten

Hoewel het dus nog niet goed mogelijk is om goede klassengrenzen aan te geven voor het onderscheiden van ecotopen, wordt hier toch een eerste aanzet gegeven voor een algemene ecotopenkaart voor de Waddenzee. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de

grenzen zoals genoemd in H4.2. Door verder onderzoek in de naaste toekomst zullen de hier gehanteerde grenzen nader getoetst en aangepast moeten worden. Verder wordt een voorbeeld van een toegepaste ecologische kaart gegeven, nl een oliegevoeligheidskaart voor de oostelijke Waddenzee. Ook hierbij geldt dat de parameters en klassengrenzen arbitrair zijn gekozen. Het moet vooral worden gezien als een voorbeeld van een andere toepassing van de gekozen techniek.

a) Algemene ecotopenkaart Waddenzee (bijlage 1a/b/c)

Voor de algemene ecotopenkaart van de Waddenzee is gebruik gemaakt van de volgende parameterkaarten en klassengrenzen:

- ⇒ maximum stroomsnelheid 0 - 0,5 / 0,5 - 1,0 / >1,0 m/s
- ⇒ maximum orbitaalsnelheid 0 - 0,2 / 0,2 - 0,4 / >0,4 m/s
- ⇒ diepte (onder GLW) <-5 m NAP / -5 m NAP - GLW
- ⇒ droogvalduur (boven GLW) GLW - 50 / 50 - 75 / 75 - 90 / >90 % droogvalduur

Totaal zou dit potentieel 3 stroomsnelheid x 3 golven x 6 hoogten = 54 deelecotopen opleveren. Hoewel het is te verwachten dat een aantal combinaties niet of nauwelijks zal voorkomen, is het aantal deelecotopen toch te groot om op één kaart te kunnen weergeven. Het is bovendien ook twijfelachtig of dit überhaupt wel zinvol is. Daarom zijn deze deelecotopen geclusterd tot 11 ecotopen, min of meer overeenkomend met niveau 3 in de voorgestelde hiërarchische ecotopenindeling (ECOKUST). Hierbij is in het sublitoraal de stroomsnelheid als maatgevend voor de dynamiek gebruikt en in het litoraal de golfaanval (orbitaalsnelheid).

sublitoraal	diep ondiep	laag + midden + hoog dynamisch hoog dynamisch
litoraal	hoog dynamisch	laag + midden dynamisch
	midden dynamisch	laag + midden + hoog litoraal laag litoraal midden litoraal hoog litoraal
	laag dynamisch	laag litoraal midden litoraal hoog litoraal
supralitoraal		laag + midden + hoog dynamisch

Harde substraten komen niet van betekenis voor in de Waddenzee.

Een kwelderkaart in het gewenste format is nog niet beschikbaar, zodat dit ecotoop eveneens ontbreekt op de kaart. Met name de kwelderwerken zijn echter goed zichtbaar op de kaarten, zijnde de witte strook langs de vastelandskust.

b) Oliegevoeligheidskaart (Waddenzee-oost) (bijlage 2):

Voor de oliegevoeligheidskaart zijn de volgende parameterkaarten en klassen gebruikt:

- ⇒ diepte/droogvalduur < GLW / GLW - 75% / > 75% droogvalduur
- ⇒ maximum orbitaalsnelheid 0 - 0,4 / >0,4 m/s

Op basis hiervan is de volgende legenda samengesteld:

sublitoraal		
litoraal	laag/midden	hoog dynamisch laag + midden dynamisch
	(zeer) hoog	hoog dynamisch laag + midden dynamisch

Motivatie:

1) de bodemkaart wordt als onvoldoende betrouwbaar gezien, daarom is in het litoraal gewerkt met de primaire parameter 'golfaanval'; daarbij wordt er vanuit gegaan dat er een slibgradiënt is parallel aan de mate van golfaanval: laag dynamisch → zeer slibrijk, midden dynamisch → slibrijk en hoog dynamisch → slibarm/zandig.

2) in het hele litoraal zijn de zeer slibrijk en slibrijke gebieden rijk aan bodemdieren en daarmee veel kwetsbaarder in verband met de ecologische schade dan de zandige bodemdierarme gebieden.

3) de olie zal uiteindelijk in principe terechtkomen in het hoge en zeer hoge litoraal; op zandige delen is de schade gering en kan deze relatief goed worden opgeruimd, terwijl olie in de slibrijke en zeer slibrijke delen moeizaam of vrijwel niet is op te ruimen.

5.3. Habitatkaarten

Bij habitatkaarten wordt gewerkt met responscurven per parameter, die in principe per soort anders zijn. Per soort wordt dus een kaart samengesteld op basis van een soortspecifieke set parameterkaarten en soortspecifieke responscurven per parameter. Om te schetsen hoe een habitatkaart er uit ziet worden hier 2 kaarten als voorbeeld gegeven: een zeegrashabitatkaart en een kokkelhabitatkaart. Voor iedere kaart wordt kort aangegeven welke parameters zijn gebruikt en hoe globaal de responscurve eruitziet.

NB Omdat in een beperkt gebied wordt gewerkt kan voor de hoogte worden volstaan met alleen de absolute hoogte.

a) Zeegrashabitatkaart (Waddenzee-midden) (bijlage 3):

Gebruikte parameters en globale opbouw responscurven:

⇒ maximum orbitaal snelheid:

0 - 0,2: 100% / 0,2 - 0,4: aflopend naar 0% / > 0,4m/s: 0%

⇒ maximum stroomsnelheid:

0 - 0,5: 100% / 0,5 - 0,9: aflopend / > 0,9m/s: 0%

⇒ diepte/droogvalduur:

< GLW: 0% / GLW - NAP-0,3m: oplopend naar 100% / NAP-0,3m -

NAP+0,3m: 100% / NAP+0,3m - NAP+0,6m: aflopend naar 0% / >NAP+0,6m: 0%

Motivatie:

- 1) de bodem mag niet te sterk door golfslag (*heeft het grootste effect op bodemomwoeling*) in beroering worden gebracht;
- 2) boven een bepaalde stroomsnelheid gaat zeegras minder goed groeien (stress);
- 3) zeegras heeft een minimum hoeveelheid licht nodig (ondergrens diepte);
- 4) zeegras kan niet meerdere getijden droogvallen in verband met uitdrogen (bovengrens diepte).

b) Kokkelhabitatkaart (Waddenzee-midden) (bijlage 4):

Gebruikte parameters en globale opbouw responscurven:

⇒ maximum orbitaalsnelheid:

0 - 0,25: 100% / 0,25 - 0,4: aflopend naar 0% / >0,4m/s: 0%

⇒ maximum stroomsnelheid:

0 - 0,5: 100% / 0,5 - 1,0: aflopend naar 0% / >1,0m/s: 0%

⇒ diepte/droogvalduur:

< NAP-7: 0% / NAP-7 - NAP-5: oplopend naar 100% / NAP-5 - NAP: 100%

/ NAP - NAP+0,7: aflopend naar 0% / >NAP+0,7m: 0%

Motivatie:

- 1) bij te hoge golfaanval of te grote stroomsnelheid worden de kokkels te frequent blootgewoeld om duurzaam aanwezig te kunnen zijn;
- 2) in de diepere geulen komt de kokkel vrijwel niet voor;
- 3) boven NAP+0,7m (= ± 65% droogvalduur) heeft de kokkel te weinig fourageertijd en droogt hij te snel uit.

5.4. Enkele algemene opmerkingen bij de gepresenteerde kaarten

Het is belangrijk om te bedenken dat op dit moment de klassengrenzen en responscurven, zoals die in bovengenoemde voorbeelden gebruikt zijn, benaderingen zijn. Er is nog te weinig informatie beschikbaar om nu reeds meer definitieve klassengrenzen te kunnen aangeven. Dit komt met name door een tekort aan harde informatie uit het gebied (hier de Waddenzee) zelf. Bovendien blijkt, onder andere uit onderzoek in het kader van micro/macro (zie onder andere Wintermans et al 1996), dat

het waarschijnlijk niet mogelijk is om grenzen die voor één bepaald watersysteem zijn onderscheiden zonder meer over te zetten naar een ander watersysteem. Eén van de acties voor de naaste toekomst zal moeten zijn om hieraan te gaan werken.

Een tweede belangrijk, meer algemeen punt is dat gewerkt wordt met parameters die direct invloed hebben op het systeem, bijvoorbeeld stroomsnelheid, golven, hoogte, zout, en met parameters die een afgeleide van deze primaire parameters zijn, bijvoorbeeld bodemsamenstelling en geomorfologie. Met name bij het gebruik van die tweede categorie moet men zeer voorzichtig zijn. Ogenschijnlijk aanwezige relaties tussen soorten en deze afgeleide parameters zijn vaak niet oorzakelijk, maar veeleer meer een toevallig (gedeeltelijk) parallel lopen aan elkaar.

5.5. Gebruiksmogelijkheden

De hiervoor geschetste ecologische kaarten hebben vele gebruiksmogelijkheden, zowel ten behoeve van beleids- en beheersvragen als ten behoeve van onderzoek. Een aantal van deze mogelijkheden wordt hier kort aangegeven:

⇒ ecologische kaarten zijn een bron van gecondenseerde ecologische informatie voor beheer en advies. Door bijvoorbeeld bij ecotopenkaarten handige clusterings in relatie tot de vraag te kiezen kan men snel een beeld krijgen van de ecologisch relevante informatie van een gebied met betrekking tot het onderwerp.

⇒ door kaarten voor een nieuwe situatie, bijvoorbeeld gemaakt met behulp van fysische modellen, toe te voegen aan de database en de indelingen te maken met dezelfde instellingen als voor de huidige situatie kunnen prognoses worden gemaakt voor de effecten van maatregelen of ingrepen; onder andere kan men een goede vergelijking maken van de huidige situatie met een toekomstige situatie.

⇒ op een vergelijkbare wijze kan men kaarten van vroegere situaties gebruiken voor het bepalen van historische situaties, bijvoorbeeld voor referentiebepalingen.

⇒ ecologische kaarten vormen een basis voor de BOS-sen zoals die momenteel worden ontwikkeld. Habitatkaarten bevatten bijvoorbeeld informatie over de verspreiding van soorten en de relaties met de onderliggende parameters. Deze informatie is essentieel als voorspellingen moeten worden gedaan. In dergelijke systemen vormen habitatkaarten de ruimtelijke tegenhanger van generieke koolstofmodellen.

⇒ voor onderzoekers bieden habitatkaarten, en vooral ook de werkwijze via HABIMAP, een goede manier om hun kennis (uit literatuur en onderzoek, maar ook intuïtief) over het voorkomen van soorten ruimtelijk te toetsen en te verbeteren. Door te 'spelen' met de parameters die men gebruikt en met de instellingen per parameter kan men aftasten wat het belang is van de diverse parameters en hoe kritisch de grenzen zijn. Dit kan onder andere mede sturing geven aan de keuzen van onderzoeksrichtingen en bij het bepalen van monitorstrategieën. Ook op deze wijze werkt HABIMAP als een ruimtelijk model.

⇒ door gebruik te maken van de opgedane kennis over relaties tussen organismen en hun abiotische omgeving is het beter mogelijk om puntgegevens, bijvoorbeeld verkregen via biomonitoring, te vertalen naar ruimtelijke spreiding.

6. AANSLUITING BIJ ANDERE METHODEN

6.1. Nationaal: ecotopenstelsel zoete rijkswateren, natuurdoeltypen

In de zoete (rijks)wateren wordt eveneens gewerkt met ecotopen, voor de grote rivieren al enige jaren (Rademakers & Wolfert, 1994, Wolfert, 1996). Doordat voor veel systemen onvoldoende gedetailleerde basisgegevens beschikbaar zijn om nauwkeurige gebiedsdekkende kaarten te kunnen maken, bijvoorbeeld van stroomsnelheid van het water in de uiterwaarden, overspoelingsfrequentie en -duur en hoogteligging, is er tot nu toe veelal voor gekozen om in belangrijke mate te werken met hiervan afgeleide parameters, met name de vegetatie. Daardoor krijgt de ecotopenindeling voor veel ecotopen hier soms enigszins het karakter van een grove vegetatiekaart, waar mogelijk aangevuld met andere aspecten zoals bodem en geomorfologie. Deze afgeleide parameter vegetatie is echter in hoge mate vergelijkbaar met een afgeleide parameter als bodem en geomorfologie in de zoute kustgetijdenwateren. Het is immers een resultante van andere, meer primaire, processen als overspoeling, bodem en beheer. Voor de zoute getijdenwateren is echter veelal veel meer primaire informatie gebiedsdekkend voorhanden, zeker gezien de veel globalere schaal waarop hier gewerkt wordt (moet worden), zodat hier 'gemakkelijker' gewerkt kan worden met die primaire parameters.

Voor de grote rivieren is het ecotopenstelsel opgebouwd uit een groot aantal kleinere eenheden die min of meer hiërarchisch zijn gegroepeerd, bijvoorbeeld

<i>ecotoopgroep</i>	<i>ecotoop</i>	<i>deelecotoop</i>
zomerbed	diep zomerbed ondiep zomerbed	diepe bedding ondiepe grindbedding ondiepe zandbedding
plaat/strand/oever	grindbank zandplaat/zandstrand etc	

Voor het Rivier Ecotopen Stelsel zijn zo circa 60 deelecotopen onderscheiden, en voor het Beneden Rivieren Ecotopen Stelsel komt men op een vergelijkbaar aantal uit. Afhankelijk van de vraag waar men voor staat worden deze (deel)ecotopen samengenomen in een kleiner aantal grotere eenheden, bijvoorbeeld hardhoutbos, zachthoutbos, zachthoutstruweel of zomerbed. De inhoud van deze grotere eenheden kan dus sterk wisselen, afhankelijk van de vraag, maar ze zijn wel telkens samengesteld met behulp van dezelfde vaste onderdelen, de deelecotopen.

Doordat bij de algemene ecotopenindeling voor de zoute kustgetijdenwateren ook is gekozen voor een vrij gedetailleerde indeling is daar een vergelijkbare situatie ontstaan: deelecotopen (op het 3^e en 4^e niveau) die naar behoefte kunnen worden geclusterd tot grotere eenheden, daarbij geholpen door de hiërarchische opbouw van de indeling. Een belangrijk verschil tussen beide stelsels is dat de rivier-deelecotopen discreet gedefinieerde eenheden zijn, waarbij de grenzen tussen de afzonderlijke deelecotopen niet simpel gewijzigd kunnen worden zonder een volledig nieuwe kartering. In de zoute kustgetijdenwateren kunnen die grenzen wel eenvoudig aangepast worden aan nieuwe inzichten en opnieuw worden doorgerekend. Ze zijn daarmee flexibeler dan de rivier-deelecotopen (hoewel dat ook het risico met zich meebrengt dat er erg (te?) snel nieuwe grenzen worden gekozen).

De door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij onderscheiden 'Natuurdoeltypen' zijn voor de zoute kustgetijdenwateren nog slechts zeer summier uitgewerkt. Als gekeken wordt naar de zoete wateren valt echter op dat er als regel een goede koppeling is te maken tussen de natuurdoeltypen van LNV en de deelecotopen in de rijkswateren (RWES). Veelal bestaat één natuurdoeltype uit een aantal deelecotopen en valt één deelecotoop als regel binnen één natuurdoeltype. Aangezien de natuurdoeltypen voor de zoute wateren in de naaste toekomst nog verder uitgewerkt moeten worden, zal het zeker mogelijk moeten zijn om beide systemen

goed op elkaar aan te laten sluiten. Dit maakt het wel zinvol om de verdere uitwerking van de natuurdoeltypen voor de zoute kustgetijdenwateren uit te voeren in overleg met de opstellers van ECOKUST (ECOtopen zoute KUSTgetijdenwateren).

6.2. Internationaal

Ook internationaal wordt er op allerlei fronten gewerkt aan ecotopenindelingen. Ten eerste levert dit opnieuw discussies op over benamingen en definities. Los daarvan zijn er diverse indelingen gemaakt (zie onder andere Wintermans et al 1996, Lewis et al 1998). Sommige daarvan zijn erg ver uitgewerkt. De algemene indruk is dat de hier gepresenteerde methode het mogelijk maakt om, zeker op een iets hoger hiërarchisch niveau, aansluiting te maken. Dit zal echter nog nader getoetst moeten worden.

7. VERVOLG EN AANBEVELINGEN

De applicatie HABIMAP is nog niet afgerond. Het is nu nog voornamelijk een applicatie waarmee onderzoekers en specialisten aan de slag kunnen. Er moet nog het nodige aan gebeuren voor het geheel ook volledig operationeel is voor beleids- en beheersmedewerkers. Hier wordt een kort overzicht gegeven van de voornaamste nog uit te voeren acties.

1. Nog niet alle gewenste parameters zijn in kaartvorm beschikbaar. Belangrijke parameters waaraan nog gewerkt moet worden zijn bodemsamenstelling (met een betere interpolatietechniek en met nieuwe monsterdata, geanalyseerd volgens het gebruikelijke analysevoorschrift), geomorfologie, stroomsnelheid en golven (waarin ook stormen uit andere windrichtingen zijn opgenomen). Onderzocht moet worden in welke mate ook hydrodynamische kaarten bij gewone weersomstandigheden nodig zijn, en welke rol minimum stroomsnelheidskaarten kunnen spelen. Belangrijk is daarbij dat alle bestanden worden beschreven in een metainformatiesysteem, zoals GEOKEY, opdat alle randvoorwaarden die verbonden zijn aan de bestanden bekend zijn.
Ook is er veel biotische informatie beschikbaar, maar voor een deel moet deze nog tot de gewenste kaartvorm worden opgewerkt of in het juiste format worden omgezet.
2. Er moet een eenvoudiger presentatieprogramma voor op de PC worden gemaakt, waarmee een serie basiseenheden, de 'deelecotopen' naar behoefte kunnen worden gecombineerd en gepresenteerd. Ook moeten hiermee de basiskaarten (volgens een aantal vaste klassen?) gepresenteerd kunnen worden.
3. In alle kaarten, klassegrenzen en responscurven zitten fouten. Onduidelijk is hoe dit doorwerkt in het eindproduct, de ecologische kaarten. Er zijn technieken beschikbaar, en voor een deel ook reeds getoetst, om voor ecotopen- en habitatkaarten aan te geven wat de 'betrouwbaarheid' is. Het is voor een goede interpretatie van de resultaten belangrijk om inzicht te hebben in de mate van betrouwbaarheid.
4. Er moet een biostatistische module worden toegevoegd, waarmee relaties kunnen worden gelegd tussen parameterkaarten, ecotopenkaarten en habitatkaarten enerzijds en biotische informatie anderzijds. Op deze wijze kunnen uitkomsten van de indelingen voor habitat- en ecotopenkaarten getoetst worden aan de werkelijkheid. Daarnaast kan op deze wijze inzicht worden gekregen in relaties tussen soorten en afzonderlijke parameters, die weer kan worden gebruikt bij het opstellen van bijvoorbeeld de responscurven.
5. De applicatie en de erbij behorende database zouden voor alle betrokken onderzoekers en beleidsmensen op de een of andere wijze toegankelijk moeten zijn. Dit maakt het ook mogelijk om de database goed 'up to date' te houden en om vastgestelde relaties voor alle gebruikers beschikbaar te krijgen. Verder vergroot dit de kans op uniformiteit bij het maken en gebruiken van ecotopen- en habitatkaarten.

LITERATUUR

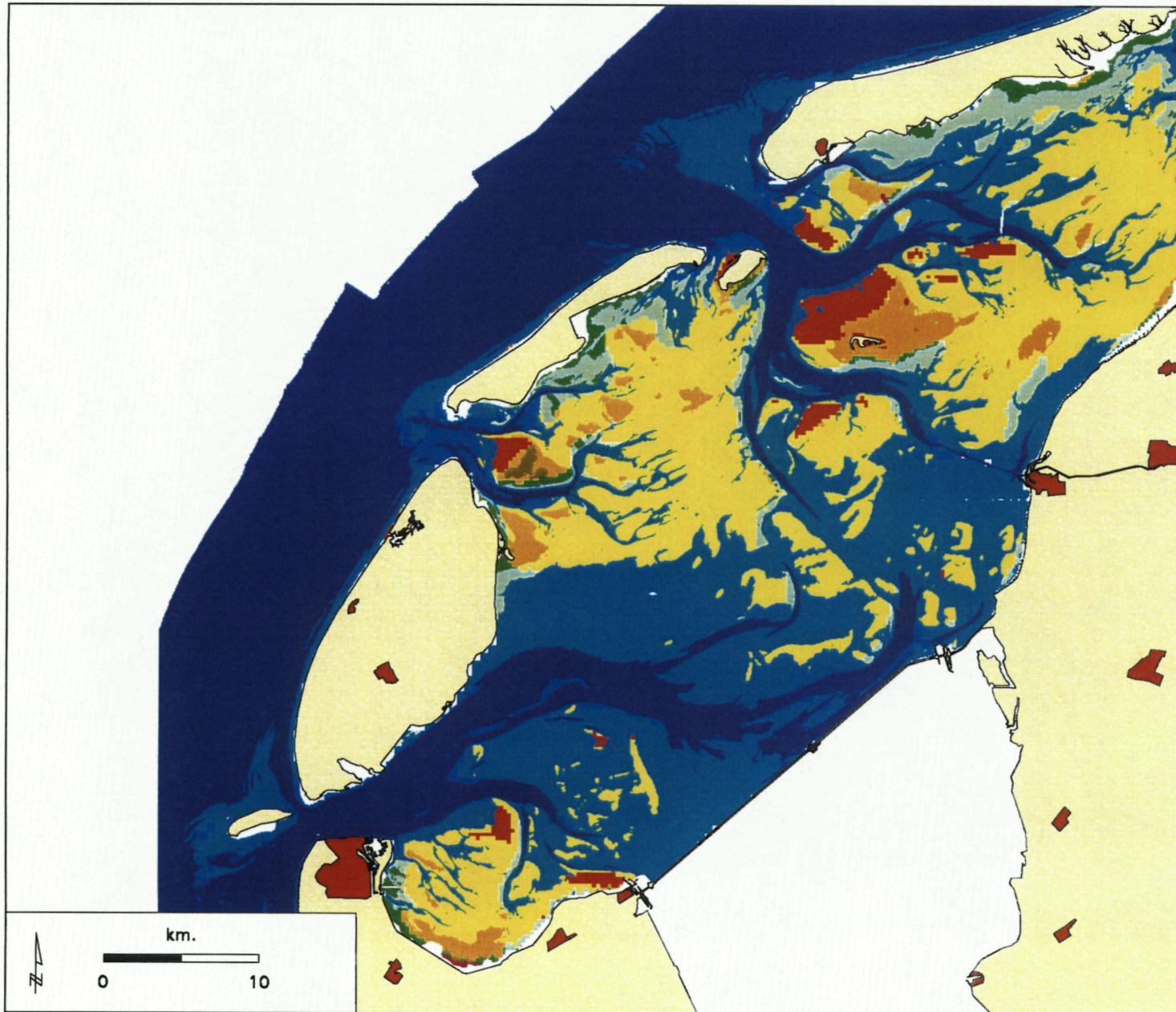
- Dankers, N, 1998. Ontwikkeling van mosselbanken in de Waddenzee. IBN-DLO-rapport, in prep.
- De Jonge, V.N. & D.J. de Jong, 1992. Role of tide, light and fisheries in the decline of *Zostera marina* in the Dutch Wadden Sea. In: N. Dankers, C.J.Smit & M. Scholl, 1992. Proceedings of the 7th International Wadden Sea Symposium, Ameland 1990.
- Klijn, F., 1988. Milieubeheergebieden. A. Indeling van Nederkand in ecoregio's en ecodistricten. CML-meded. nr 37, Centrum voor Milieukunde, Leiden/RIVM, Bilthoven: 1-92.
- Leewis, R J, N Dankers & D J de Jong, 1998. Naar een ecotopensysteem zoute wateren Nederland. BEON Rapport 98-?? (in prep)
- Maas, G.J. 1998. Benedenrivier-Ecotopen-Stelsel. Herziening van de ecotopenindeling Biesbosch-Voordelta en afstemming met het Rivier-Ecotopen-Stelsel en de voorlopige indeling voor de zoute delta. Rijkswaterstaat, RIZA, Lelystad. RWES rapport nr. 3; ISBN 903695178x.
- Meulen, Y.A.M. van der, 1995. Ecotopen-indeling: Biesbosch-Voordelta MER Haringvlietsluizen. Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs Deventer. RW406.1.
- Meulen, Y.A.M. van der, 1997. Meren Ecotopen Stelsel. Een ecotopenstelsel voor de meren van het IJsselmeergebied en Volkerak-Zoommeer. RIZA-nota 97.076, Lelystad: 1-60.
- Rademakers, J G M & H P Wolfert, 1994. Het Rivier-Ecotopen-Stelsel; Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. RIZA, Lelystad.
- Runhaar, J., C.L.G. Groen, R.v.d. Meijden en R.A.M. Stevers, 1987. Een nieuwe indeling in ecologische groepen binnen de Nederlandse flora. *Gorteria* 13: 277-359.
- Stevens, R.A.M., J. Runhaar, H.A. Udo de Haes en C.L.G. Groen, 1987. Het CML-ecotopensysteem, een landelijke ecosysteemtypologie, toegespitst op de vegetatie. *Landschap* 1987, nr. 2: 135-150.
- Wintermans, G, N Dankers, R Leewis, P Molegraaf, D de Nooyer, S Reents, F Steyaert & R Wegman, 1996. Ecotopes in the Wadden Sea. In: Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON Rapport 96-5 (ISSN 0924-6576)
- Wolfert, H P, 1996. Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels; uitgangspunten en plan van aanpak. RIZA Nota 96.050, Lelystad en DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Bijlage

1. algemene ecopenkaart Waddenzee (3-delig)
2. oliegevoeligheidskaart (Waddenzee-oost)
3. habitatkaart zeegras (Waddenzee-midden)
4. habitatkaart kokkel (Waddenzee-midden)
5. overzicht beschikbare biotische files

Waddenzee-west

voorstel algemene ecotopenkaart, oktober 1998



ecotopenkaart op basis van diepte/droogvalduur stroom (sublit) en golf (lit)

Legenda

Ecotopen.

-  *sublitoraal, diep*
-  *ondiep, hoog dynamisch*
-  *ondiep, (laag) dynamisch*
-  *litoraal, hoog dynamisch*
-  *laag litoraal, dynamisch*
-  *midden litoraal, dynamisch*
-  *hoog litoraal, dynamisch*
-  *laag litoraal, laag dynamisch*
-  *midden litoraal, laag dynamisch*
-  *hoog litoraal, laag dynamisch*
-  *supralitoraal*

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Middelburg

Applicatie: Habimap



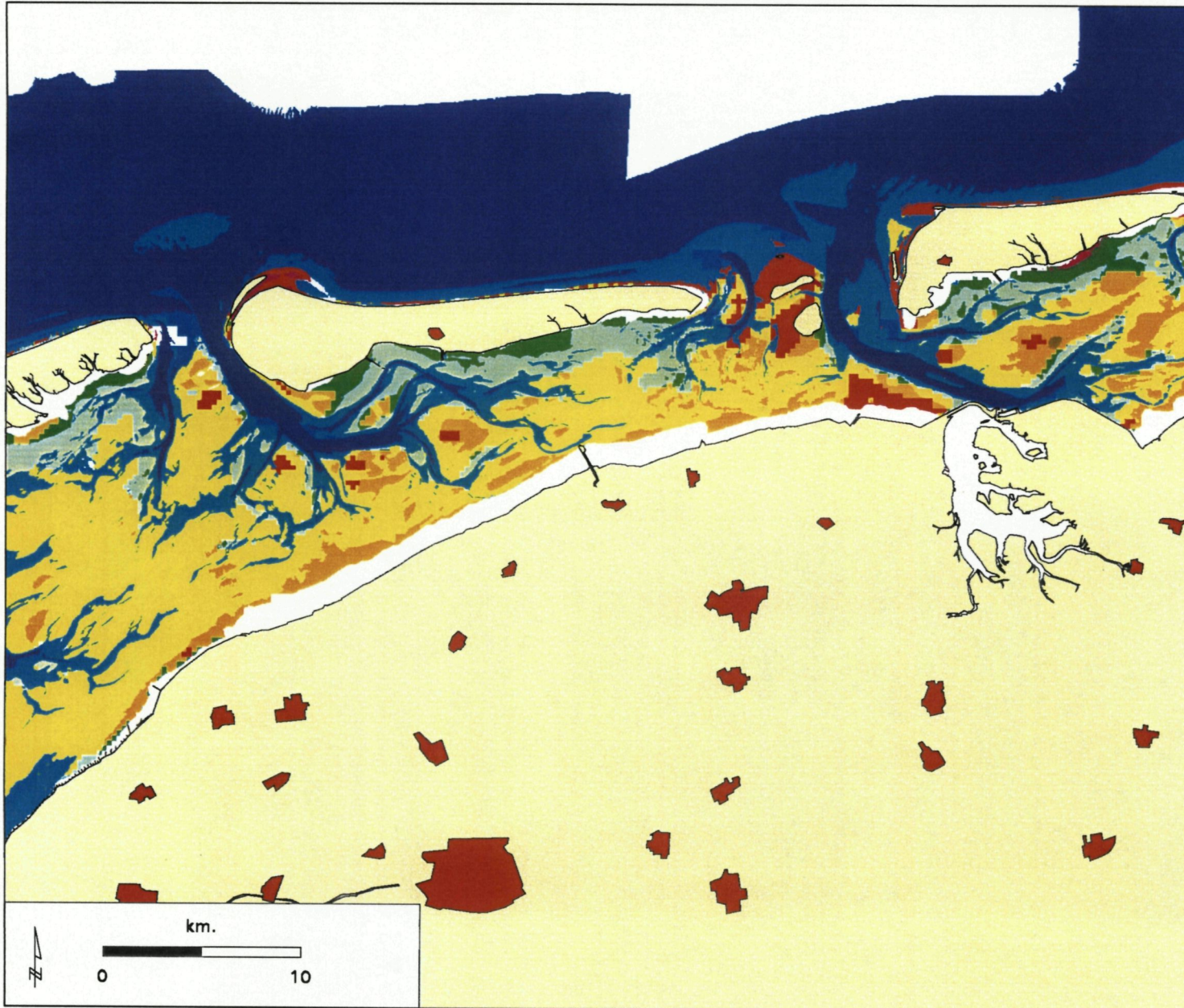
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 1A

Waddenzee-midden

voorstel algemene ecotopenkaart, oktober 1998



ecotopenkaart op basis van diepte/droogvalduur stroom (sublit) en golf (lit)

Legenda

Ecotopen.

-  *sublitoraal, diep*
-  *ondiep, hoog dynamisch*
-  *ondiep, (laag) dynamisch*
-  *litoraal, hoog dynamisch*
-  *laag litoraal, dynamisch*
-  *midden litoraal, dynamisch*
-  *hoog litoraal, dynamisch*
-  *laag litoraal, laag dynamisch*
-  *midden litoraal, laag dynamisch*
-  *hoog litoraal, laag dynamisch*
-  *supralitoraal*

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Middelburg

Applicatie: Habimap



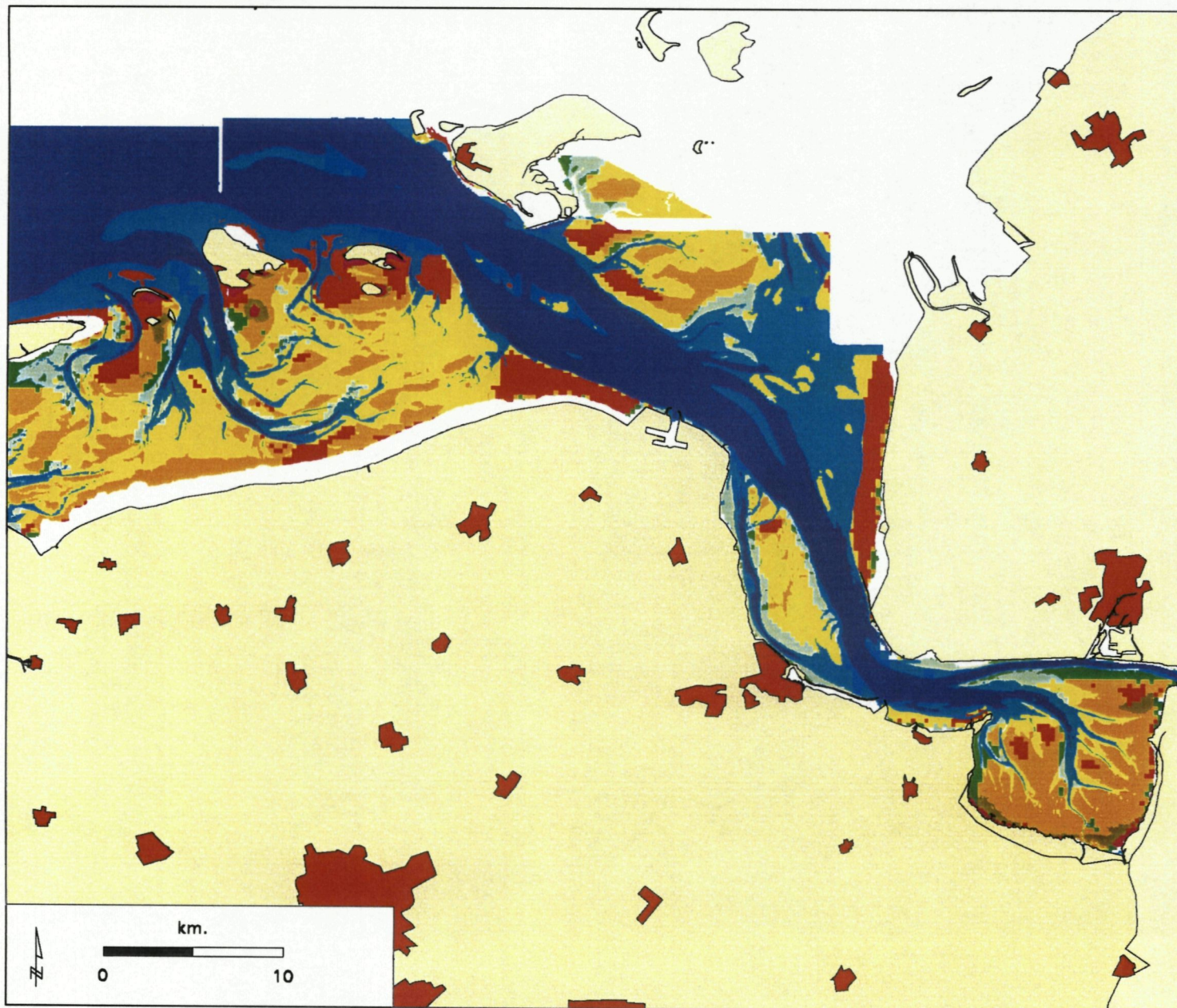
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 1B

Waddenzee-oost

voorstel algemene ecotopenkaart, oktober 1998



ecotopenkaart op basis van diepte/droogvalduur stroom (sublit) en golf (lit)

Legenda

Ecotopen.

-  *sublitoraal, diep*
-  *ondiep, hoog dynamisch*
-  *ondiep, (laag)dynamisch*
-  *litoraal, hoog dynamisch*
-  *laag litoraal, dynamisch*
-  *midden litoraal, dynamisch*
-  *hoog litoraal, dynamisch*
-  *laag litoraal, laag dynamisch*
-  *midden litoraal, laag dynamisch*
-  *hoog litoraal, laag dynamisch*
-  *supralitoraal*

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



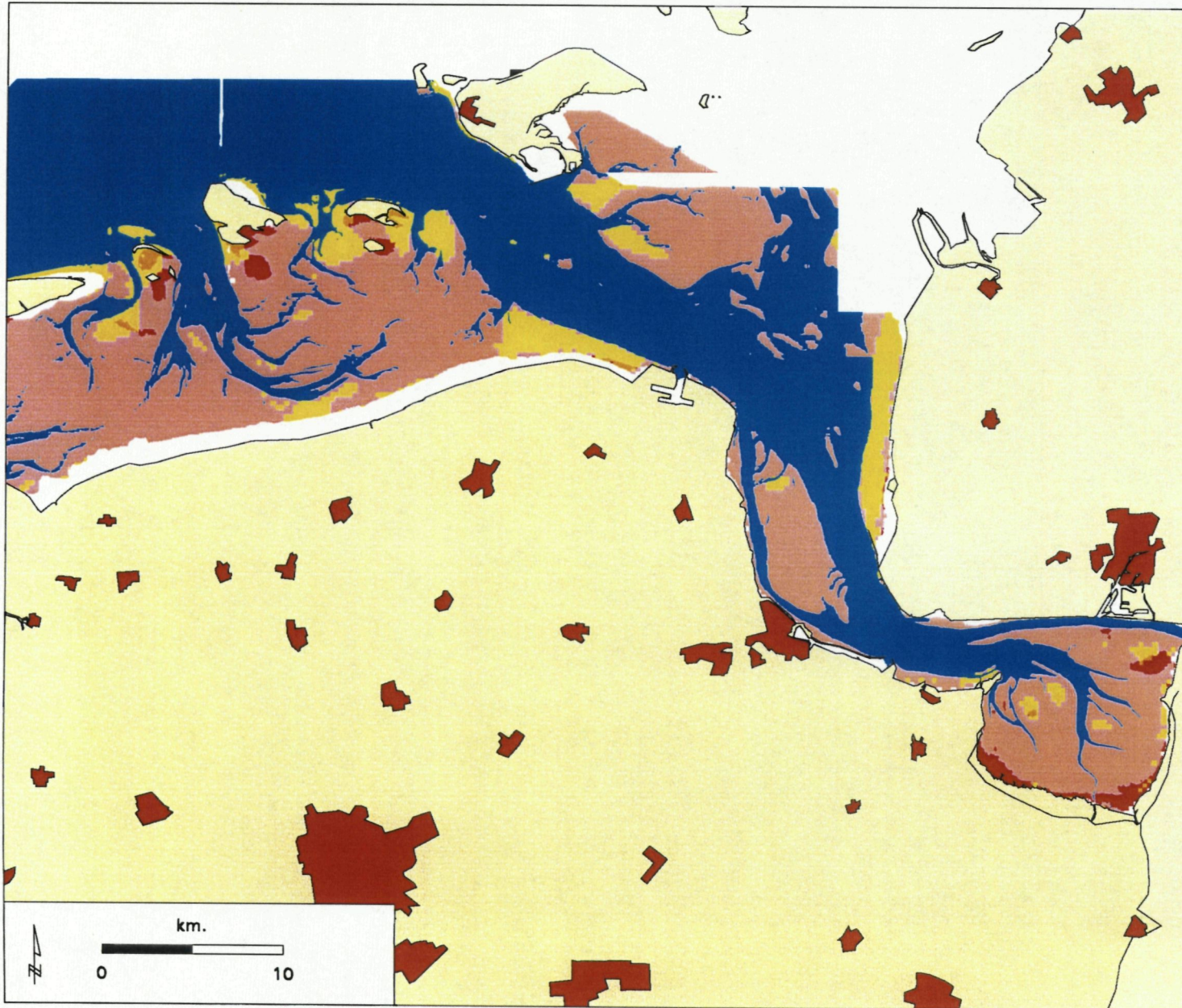
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 1C

Waddenzee-oost






voorbeeld van een mogelijke oliegevoeligheidskaart




ecologische kaart op basis van diepte/droogvalduur en golven

Legenda

Ecotopen.

-  *sublitoraal; relatief ongevoelig*
-  *laag/midden litoraal; hoog dynamisch
relatief arm; matig gevoelig voor olie*
-  *laag/midden litoraal; (laag) dynamisch
rijk; gevoelig voor olie*
-  *hoog/supra litoraal; hoog dynamisch
arm; weinig gevoelig, goed op te ruimen*
-  *hoog/supra litoraal; (laag) dynamisch
arm, matig gevoelig, slecht op te ruimen*

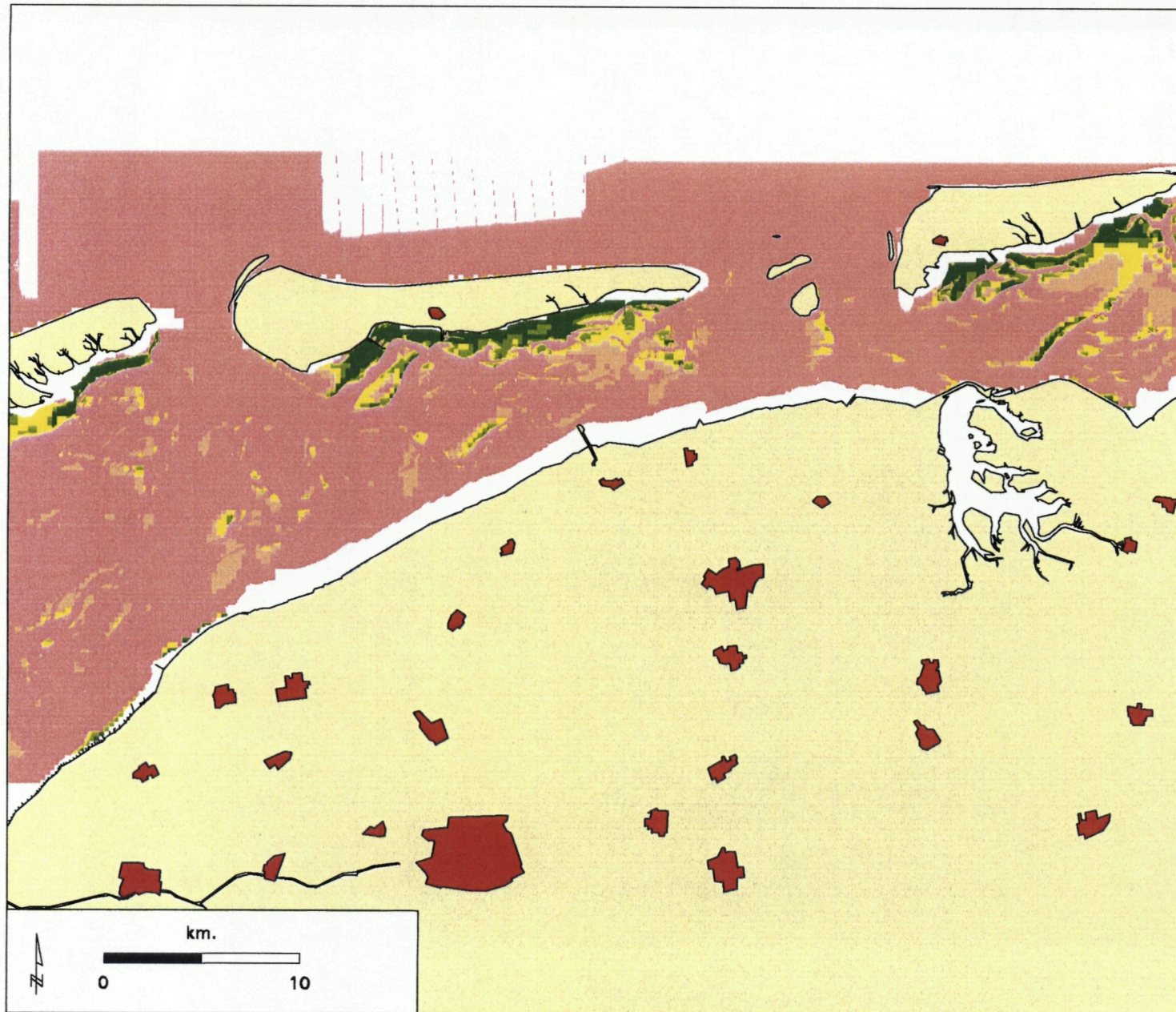
Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap

 Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 2

Waddenzee-midden

kaart met potentiële groeilokaties van zeegras



voorbeeld habitatkaart

op basis van diepte,
stroming en golven

Legenda

Geschiktheid.

-  *Ongeschikt*
-  *Geschiktheid*
-  *Optimaal geschikt*

Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap

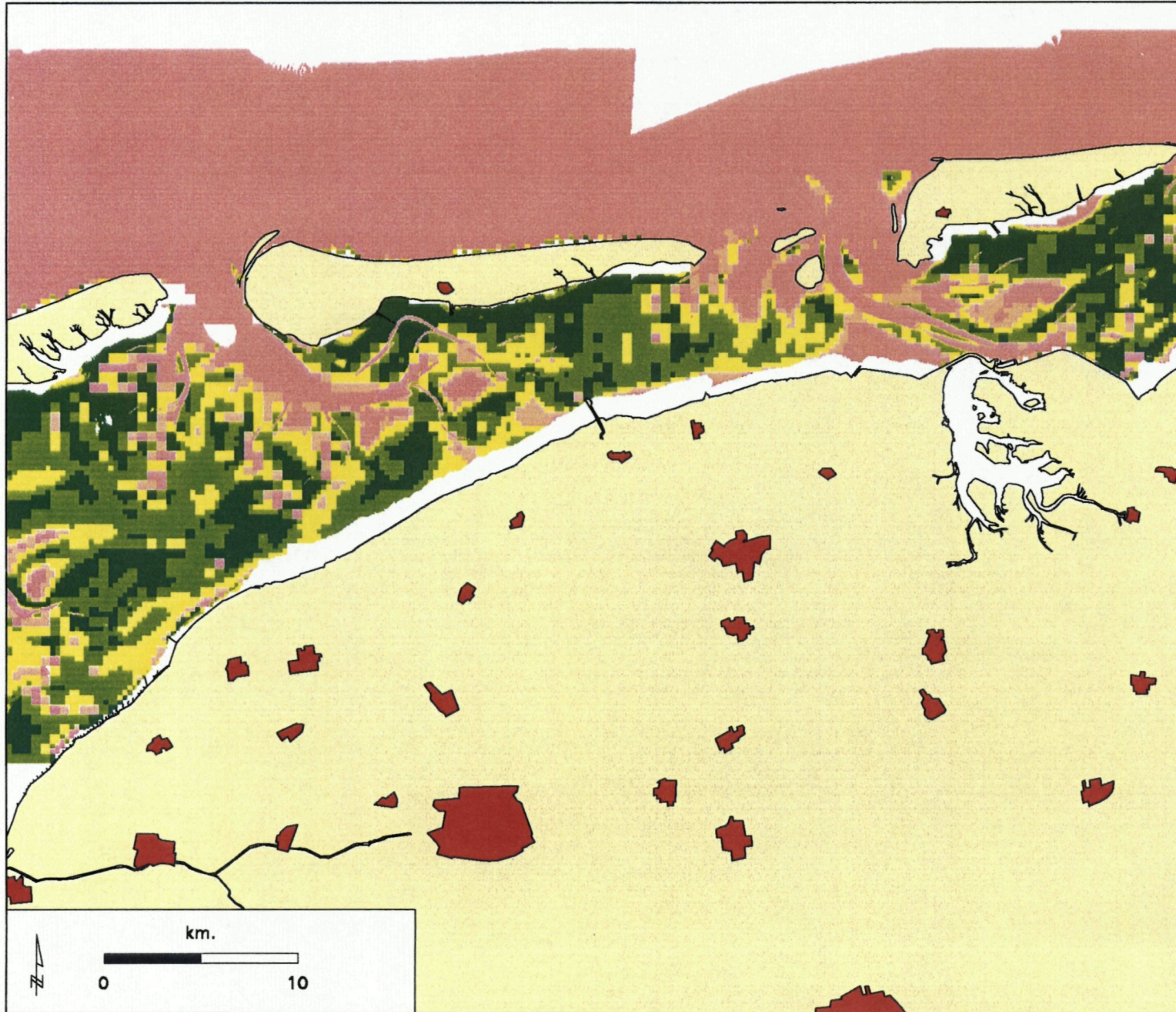


Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 3

Waddenzee-midden

kaart met potentiële leefgebieden van de kokkel



voorbeeld habitatkaart

op basis van diepte,
stroming en golven

Legenda

Geschiktheid.

- Ongeschikt*
- Geschiktheid*
- Optimaal geschikt*

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

BIJLAGE 4

Bijlage 5. Biologische gegevens verzameld in het kader van BEON-HABITATS.

([kaartnaam + info-file])

Benthos

- benthos gegevens J Beukema (NIOZ), opnamejaren 1970-'74; gemiddeld drooggewicht en vaak ook de aantallen van de aangetroffen soorten; puntinformatie (opnamen langs transecten); [BENTBEUKEMA + BENTBEU].
- vakkenbemonstering IBN - bodemdieren (Y van der Waay); ingewonnen voor de structuurnota visserij; gemiddeld drooggewicht en aantallen per m² (15cm diepe bodemonsters); puntinformatie [VAK_BODDIER + VAK_BOD].
- biologische monitoring RIKZ, Groninger wad, 1989-'96; gemiddeld drooggewicht en aantallen per m²; puntinformatie [BENTRIKZ + BENTRIKZINF]
- benthosgegevens H van der Veer (NIOZ); 1987; gemiddeld drooggewicht per hap 'kastengreifer'; puntinformatie [BENTVEER + BENTVEERINF].
- biologische monitoring gegevens R Dekker (NIOZ), lijnen [BENTDEKKER].

Mosselen

- mosselinventarisaties IBN tussen 1966 en 1997; aanwezigheid van mosselbanken; puntinformatie [MOSSEL_IBN].
- Mosselbanken in 1997, omtrekken opgenomen met een GPS; polygonen [MOS97] (niet up to date)

Vissen

- najaarsvistrekken RIVO in de jaren 1990-'94; aantallen per soort per 15 min. trekken; puntinformatie (staat voor het middenpunt van een cirkel met een diameter van 1 mijl) [RIVO90_94 + RIVOINF]
- visgegevens P de Jong (RIVO), 1990-'94; aanwezigheid van bepaalde vissoorten op een monsterplek; puntinformatie [VIS_PDJ + VIS_PDJ]

Vogels

- vakkenbemonstering IBN, vogeltellingen (C Smit) 1995-'96; data ingewonnen voor de evaluatie structuurnota visserij; polygonen (plaatsen overeenkomend met de punten van de bodemdierbemonstering) [VAK_VOGEL + VAK_VOG.TELL/VAK_VOG.GEB] ([VAK_VOG_POI] → hoekpunten van de vakken)

Overige

- kokkel80, kokkel84_87, kokkel90_93
- rivo.soort
- vak_bod.soort
- soort.xls (alle soorten die in de bovengenoemde files voorkomen)

Reeds verschenen BEON rapporten:

BEON rapport nr.	1.	BEON Meerjarenplan 1988-1993.	1987
BEON rapport nr.	2.	BEON Jaarwerkplan 1988.	1988
BEON rapport nr.	3.	BEON Modelling.	1988
BEON rapport nr.	4.	BEON meerjaren Uitvoeringsprogramma 1988-1993.	1989
BEON rapport nr.	5.	BEON Jaarwerkplan 1989.	1989
BEON rapport nr.	6.	Findings of the BEON Workshop in preparation for the Third North Sea Conference.	1989
BEON rapport nr.	7.	Beleidspresentatie BEON 23 juni 1989 Den Haag.	1989
BEON rapport nr.	8.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea.	1990
BEON rapport nr.	9.	BEON Jaarwerkplan 1990.	1990
BEON rapport nr.	10.	BEON Voortgangsrapport 1988-1989.	1990
BEON rapport nr.	11.	Beleidspresentatie BEON 31 mei 1990 Den Haag.	1990
BEON rapport nr.	12.	Beleidspresentatie BEON 20 juni 1991 Den Haag.	1991
BEON rapport nr.	13.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. II. The 1990 - studies.	1990
BEON rapport nr.	13 A.	BEON Jaarwerkplan 1991.	1991
BEON rapport nr.	14.	BEON Jaarwerkplan 1992.	1992
BEON rapport nr.	15.	Beleidspresentatie BEON 19 juni 1992 Den Haag.	1992
BEON rapport nr.	16.	Effect of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. III. The 1991 - studies.	1992
BEON rapport nr.	17.	Beleidspresentatie BEON 12 december 1991.	1992
BEON rapport nr.	18.	Trace Element Geochemistry at the Sediment Water Interface in the North Sea and the Western Wadden Sea.	1993
BEON rapport nr.	19.	Effecten van met benzo(a)pyreen verontreinigd sediment op de Helmkraab (<i>Corystes cassivelaunus</i>). Rapportage Project BEONADD I/II.I	1993
BEON rapport nr.	20.	Scavenging seabirds behind fishing vessels in the Northeast Atlantic. (With emphasis on the Southern North Sea).	1993
BEON rapport nr.	21.	Brug tussen Beleid en Onderzoek (Rapportage over het eerste BEON Meerjarenprogramma 1988-1992).	1993
BEON rapport nr.	93-1	Naar een duurzame ontwikkeling van de Noordzee. (Tweedè Meerjarenprogramma BEON1993-1997).	1993
BEON rapport nr.	93-2	The appearance of scars on the shell of <i>Arctica Islandica</i> L. (Mollusca, Bivalvia) and their relation to bottom trawl fishery.	1993
BEON rapport nr.	93-3	BEON Jaarwerkplan 1993.	1993
BEON rapport nr.	93-4	BEON Beleidspresentatie "Zee en Wadvogels. "Voorkomen en invloeden daarop" d.d. 10 december 1993.	1993

1994

- BEON rapport nr. 94-1 Effecten van verschuivingen van nutriëntconcentraties op biota in de Nederlandse kustwateren. Philippart, C.J.M. & E.G. de Groot, A.G. Brinkman, R.G. Jak, M.C.Th. Scholten (IBN 93 E 02).
- BEON rapport nr. 94-2 Vervalt; zie 96-3
- BEON rapport nr. 94-3 Jaarwerkplan 1994.
- BEON rapport nr. 94-4 Jaarverslag 1993: Algenonderzoek in mesocosms en modellering. Riegman, R. (NIOZ 93 E 01).
- BEON rapport nr. 94-5 Impact of anthropogenic activities on the productivity of the western Wadden Sea ecosystem. Veer, H.W. van der. (NIOZ 93 E 02).
- BEON rapport nr. 94-6.1 Bentic nutriënt generation in the ERSEM ecosystem model of the North Sea. Ruardij, P. and W. van Raaphorst. (NIOZ 93 E 03)
- BEON rapport nr. 94-6.2 The EcoWasp model and its environment. Smit, J.P.C., A.G. Brinkman, E.G.M. Embsen, P. Ruardij, and W. van Raaphorst. (NIOZ 93 E 03)
- BEON rapport nr. 94-7 Risico-analyse Mariene Systemen (RAM*2 project) Eindrapport van de RAM-Auditgroep.
- BEON rapport nr. 94-8 Comparison of models describing species composition of marine phytoplankton Michielsen, H & Berg, A. van den & Joordens, J., et al.(project MANS-FYFY, WL 93 E 01).
- BEON rapport nr. 94-9 Verslag BEON Workshop Risico-analyse, d.d. 27 april 1994, Den Haag.
- BEON rapport nr. 94-10 BEON Beleidspresentatie "Microverontreinigingen: effecten en trends", d.d. 21 juni 1994.
- BEON rapport nr. 94-11 De epi- en endofauna van de Nederlandse, Duitse en Deense kustzone: een analyse van 20 jaar bijvanggegevens. Buijs, J., J.A. Craeymeersch, P. van Leeuwen, A.D. Rijnsdorp. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-12 De inductie van cytochroom P450 1 A in platvis door blootstelling aan polyaromatische koolwaterstoffen in de Noordzee. INP-programma 1991- 1992. Boon, J.P., H.M. Sleiderink, M.L. Eggens, A.D. Vethaak (NIOZ 93 M 05)
- BEON rapport nr. 94-13 Directe effecten van de visserij met de 12m en 4m boomkorren op het bodemleven in de Nederlandse sector van de Noordzee. Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink. (NIOZ 93 V 07)
- BEON rapport nr. 94-14 Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea, distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparasitism and the possible effects of the establishment of protected areas'. Camphuysen, C.J. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-15 The relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus*: a pilot study. Spaans, A.L., M. Bukacińska, D. Bukacińska. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-16 Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Brenninkmeijer, A. & E.W. M. Stienen. (BEONADD IV/V)
- BEON rapport nr. 94-17 BEON-studie naar de effecten van de teruglopende nutriëntenbelasting van de Nederlandse kustzone. Boddeke, R. en P. Hagel. (RIVO 93 E 03)

1995

- BEON rapport nr. 95-1 Effecten van de schepdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta. Van der Land, M.A. (RIVO 94 V 06).
- BEON rapport nr. 95-2 Jaarwerkplan 1995.
- BEON rapport nr. 95-3 Trends in het voorkomen van vissen en epibenthische evertrebraten in de Noordzee: Een vergelijking van datasets. Van der Veer, H.W., J.A. Craeymeersch, J. Van der Meer, A.D. Rijnsdorp, J.IJ. Witte. (NIOZ 93 A 04)
- BEON rapport nr. 95-4 De ontwikkeling van een in vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie van lipofiele organohalogen verbindingen in mariene toppredatoren. I. Validatie van de assay met PCBs en de eerste resultaten met Toxafeen. Boon, J.P., van Schanke, A., Roex, E., de Boer, J., Wester, P. (NIOZ 94 M 01)
- BEON rapport nr. 95-5 BEON beleidspresentatie "Ontwikkelingen in het beleid", d.d. 9 december 1994.

- BEON rapport nr. 95-6 BEON beleidspresentatie "Modellering: de stand van zaken en het belang voor beleid en beheer", d.d. 31 maart 1995.
- BEON rapport nr. 95-7 Wetenschappelijke discussie. De visserij-intensiviteit van de Nederlandse boomkorvisserij op de Noordzee mede in het licht van de milieu effecten en gesloten gebieden.
- BEON rapport nr. 95-8 Antropogene eutrofiëring en natuurlijke variaties. Consequenties voor de produktiviteit van de Noordzee. INP-MOORING/PELAGIC FOOD WEB/STED/ STRAECOS. Van Raaphorst, W., F.C. van Duyl, H. Ridderinkhof, R. Riegman, P. Ruardy. (NIOZ 94 E 01)
- BEON rapport nr. 95-9 Effecten van antropogene activiteiten op de produktiviteit van het ecosysteem in de Westelijke Waddenzee. Van der Veer, H.W., J.J. Beukema, G.C. Cadée, J. Hegeman, B. Mom, W. Van Raaphorst, J. IJ.. Witte (NIOZ 93 E 02)
- BEON rapport nr. 95-11 Biomarkers of Toxic effects chemoreception: effects of contaminated dredge spoil on chemoreception acuity in whelks. Ten Hallers-Tjabbes, C. and C.V. Fisher. (NIOZ 93 M 05)
- BEON rapport nr. 95-12 Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone. Wintermans, C. et al. (IBN 94 H 02)
- BEON rapport nr. 95-13 BEON Tweejaarverslag 1993-1994. Onderzoek en beleid kiezen samen het ruime sop; PB-BEON; augustus 1995.
- BEON rapport nr. 95-14 Toxische algen tussen Noordwijk- en Terschelling-raai. Peperzak, L. et al. (RIKZ 94 E 05; RKZ-040).
- BEON rapport nr. 95-15 Korte en lange termijn veranderingen in macrofauna veroorzaakt door verschillende vormen bodemvisserij. Bergman, M. et al. (NIOZ 94 V 01).
- BEON rapport nr. 95-16 Intercalibratie en toepassing Noordzee-modellen (MANS-FYFY) fase 2. (WL 94 E 04).
- 1996**
- BEON rapport nr. 96-1 De ontwikkeling van een in-vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie en de mutageniteit van lipofiele organohalogeenvverbindingen in mariene toppredatoren. II. Toxafeen. Boon, J.P., H.M. Sleiderink, J. De Boer, P. Wester, H.J. Klamer, B. Govers. (NIOZ 95 M 03).
- BEON rapport nr. 96-2 *Spisula subtruncata* als voedselbron voor Zeeëenden in Nederland. Leopold, M.F. (IBN 95 V 29).
- BEON rapport nr. 96-3 BENTOX. Toxische effecten van verontreinigde sedimenten voor marien benthos. 1e fase: Verkennend onderzoek met 'natuurlijk' verontreinigde sedimenten, 2e fase: Benzo(a)pyreen en fluoranteen, 3e fase: BaP concentratiereeks. Kaag, N.H.B.M., J.P. Boon, K. Booij, C.V. Fischer, E.M. Foekema, M.T.J. Hillebrand, H. Hummel, H. Kralt, M.C. Th. Scholten, B.M.H. Timmermans, A.P.M.A. Vonck, M. de Vries, E. van Weerlee. (TNO 93 M 04, TNO 94 M 06, TNO 95 M 16).
- BEON rapport nr. 96-4 Algenbegrazing: Een nadere analyse van de invloed van toxicanten op het ontstaan van eutrofiëringsproblemen. Jak, R.G., Michielsen, B.F. (TNO 95 E 07).
- BEON rapport nr. 96-5 Habitatkartering en beschrijving Nederlandse kustwateren (IBN 95 H 36)
- BEON rapport nr. 96-6 Onderzoek naar de invloed van fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid op de populatiedynamiek van de grote stern *Sterna sandvicensis*: tussentijdse resultaten. Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer. (IBN 95 H 24).
- BEON rapport nr. 96-7 Resultaten BEON Workshop NW4.
- BEON rapport nr. 96-8 Thema bijeenkomst Boomkorvisserij.
- BEON rapport nr. 96-9 Jaarwerkplan 1996.
- BEON rapport nr. 96-10 SCREMOTOX (WL 95 M 21).
- BEON rapport nr. 96-11 Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta: De schelpdierbestanden in de Voordelta in 1995. Van der Land, M.A. (RIVO 95 V 30).
- BEON rapport nr. 96-12 Verslag van de BEON workshop ter voorbereiding van de Nederlandse inbreng van de tussenconferentie van Noordzee- en Visserijministers (IMM 97).
- BEON rapport nr. 96-13 BEON thema bijeenkomst polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). 22 februari 1996 Den Haag.
- BEON rapport nr. 96-14 Evaluatierapport BEON 1996. Tussentijdse evaluatie Tweede Meerjarenprogramma BEON 1993-1997. Rapport naar aanleiding van de BEON evaluatieworkshop d.d. 2 februari 1996, Den Haag.

- BEON rapport nr. 96-15 Onderzoek naar mogelijkheden tot vermindering van discard productie door technische aanpassing van boomkometten (NIOZ 95 V 05). Fonds, M. & W. Blom
- BEON rapport nr. 96-16 INP-Mooring 94-96: Antropogene eutrofiëring en natuurlijke variaties in de open Noordzee: metingen op een verankeringsstation in de Oestergronden. Raaphorst, W.van. (NIOZ 95 E 01)

1997

- BEON rapport nr. 97-1 Fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid in relatie tot de populatiedynamiek van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*: resultaten 1995-1996 (IBN 95 H 24). Stienen, E.W.M. en A. Brenninkmeijer.
- BEON rapport nr. 97-2 Vervallen.
- BEON rapport nr. 97-3 Jaarwerkplan 1997.
- BEON rapport nr. 97-4 De betekenis van het zout- en silicaatgehalte in Nederlandse kustwateren voor het zeegrasareaal. Kamermans, P., M.A. Hemminga, D. de Jong, K.S. Dijkema. (NIOO 96 EH 07).
- BEON rapport nr. 97-5 Giftige Algen en de Reductie van de Nutriëntenbelasting (BEON-GARdeN) Competitie tussen algen. Jaarverslag 1996. Riegman, R., K. Peeters, H. Los. (NIOZ 95 E 02).
- BEON rapport nr. 97-6 In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. III: Gebromeerde vlamvertragers (Polybroom difenylethers & polybroom bifenylen). Boon, J.P., M.J. Greve, J.B. Bouma, M.K. de Boer, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P. Wester, J. de Boer (NIOZ 95 M 03).
- BEON rapport nr. 97-7 The impact of marine eutrophication on phytoplankton, zooplankton and benthic suspension feeders. Stratification in mesocosms, a pilot experiment (Escaravage, V, Wetsteyn, L.P.M.J., T.C. Prins, A.J. Pouwer, A. de Kruijf, M. Vink-Lievaart, C.M. van der Voorn, J.C.H. Peeters & A.C. Smaal (RIKZ 96 E 01).

1998

- BEON rapport nr. 98-1 In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. IV. Polychloor terfenylen (PCT's). Boon, J.P. D.E.C. Smith, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P. G. Wester, J. de Boer (NIOZ 95 M 03)
- BEON rapport nr. 98-2 The distribution of benthic macrofauna in the Dutch sector of the North Sea in relation to the micro distribution of beam trawling. Final report 1998. Bergman, M.J.N., J.W. van Santbrink J. Buys, J. A. Craeymeersch, G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp, C. Laban, W. Zevenboom (NIOZ 96 V 26)
- BEON rapport nr. 98-3 Effects of changing food availability on population dynamics of the Sandwich Tern *Sterna sandvicensis*. Stienen, E.W.M., A. Brenninkmeijer (IBN 95 H 24)
- BEON rapport nr. 98-4 BEON-GARdeN (Eindrapport). Giftige Algen en de Reductie van de Nutriëntenbelasting. Riegman, R., K. Peeters, H. Los. (NIOZ 95 E 02)
- BEON rapport nr. 98-5 De betekenis van het zout en silicaatgehalte in Nederlandse kustwateren voor het zeegrasareaal. Kamermans, Hemminga, P. M.A. D. de Jong. (NIOO 9 6 EH 07)
- BEON rapport nr. 98-6 *Spisula* en zeeëenden in de strenge winter van 1995/96 in Nederland. Leopold, M.F., M.A. van der Land, H. C. Welleman. (IBN 96 VH 19)
- BEON rapport nr. 98-7 In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. V. Chloordanen. Boon, J.P., D.E.C. Smith, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P.G. Wester, J. de Boer (NIOZ 95 M 03)
- BEON rapport nr. 98-8 Beleidspresentatie BEON. Kartering habitats/ecotopen zoute wateren en het belang voor beleid en beheer. 25 oktober 1996 Den Haag.
- BEON rapport nr. 98-9 Beleidspresentatie BEON. Stand van zaken van het microverontreinigingen onderzoek en het belang voor beleid en beheer. 19 juni 1997 Den Haag.
- BEON rapport nr. 98-10 Photobiological transformation of azaarenes in the water column. Wiegman, S. S.A.M. van Beusekom, P.L.A. van Vlaardingen, E.A.J. Bleeker, M.H.S. Kraak, W. Admiraal, G. Vriezckolk, W. Vonck, H.J.C. Klamer, D. Pastor, E.H.G. Evers, W.J.G.M. Peijnenburg (UVA 96 M 11).

BEON rapport nr. 98-11

Naar een ecotopensysteem zoute wateren Nederland. Leewis, R.J., N. Dankers, D.J. de Jong
(IBN 96 H 25)

BEON rapport nr. 98-12

Foeragegedrag van de Grote Stern *Sterna sandvicensis*. Van Essen, K., J.H.M. Schobben

Informatie BEON:

PROGRAMMA BUREAU BEON
p/a Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijks Instituut voor Kust en Zee
Kortenaerkade 1
2518 AX Den Haag
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
070- 3114258/3114259/3114260
Telefax: 070- 3114321

e-mail: beon@rikz.rws.minvenw.nl.

