



Ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten op de Noordzee

Methoden voor het NCP en kustzone

Werkdocument: RIKZ.OS/2003.164x





In opdracht van:

Directie Noordzee

Ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten op de Noordzee

Methoden voor het NCP en kustzone

Project:	Calprea
Werkdocument:	RIKZ.OS/2003.164x
Datum:	4 november 2003
Uitbesteed aan:	Aquasense
Begeleid door:	Drs. E.W. Raadschelders

Ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten op de Noordzee

Methoden voor het NCP en de kustzone

in opdracht van	RIKZ, Den Haag
-----------------	----------------

Uitvoering door	Dr. ir. Joost Lahr, Dr. Stefan Groenewold, Dr. Wouter Gotjé, ir. Anja Derksen, ing. Camiel Dijkers
namens opdrachtgever	Drs. Ellen Raadschelders

rapportnummer	code opdrachtgever	status
2312	Opdracht nr. 71030583	Eindrapport

autorisatie	naam	paraaf	datum
opgemaakt	Dr. ir. J. Lahr		6-11-2003
gecontroleerd	Dr. J.F. Postma		6-11-2003
goedgekeurd	Dr. J.F. Postma		6-11-2003

Citeren als: AquaSense (2003). Ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten op de Noordzee. Methoden voor het NCP en de kustzone. In opdracht van: RIKZ, Den Haag. Rapportnummer: 2312.

Inhoud

Samenvatting.....	1
1. Inleiding	5
1.1. CALPREA	5
1.2. Ecologische gevoeligheidskaarten	7
1.3. Doelstellingen & aanpak.....	8
1.4. Leeswijzer	9
2. Principes	11
2.1. Het ontstaan van ecologische effecten	11
2.2. Bottom-up versus top-down benaderingen	13
3. Belangrijkste bestaande methoden.....	17
3.1. Sensitivitätsraster.....	17
3.2. Environmental Sensitivity Index (ESI)	22
3.3. SensMaps (MarLIN)	24
4. Evaluatie bestaande methoden.....	27
4.1. Criteria.....	27
4.2. Toetsing	28
4.3. Overeenkomsten & tekortkomingen.....	30
5. Beschikbaarheid van gegevens & kaartmateriaal ...	33
5.1. Gegevens over stoffen.....	33
5.2. Ecologische gegevens	34
6. IT-oplossingen	43
7. Voorkeursmethode voor NCP en kustzone: SEAMap's	47
7.1. Aansluiten bij verspreidingsmodellen	49

7.2. Generieke risico's	49
7.3. Stoffenclassificatie	51
7.4. Bepaling van de gevoeligheid	55
7.5. Gebruik	58
8. Snellere alternatieven	63
8.1. Speciale gebieden NCP (ecologische 'schatkaart') ...	63
8.2. ESI voor olie en de Nederlandse kustzone	63
8.3. Ecologische componentenkaarten	66
9. Uitvoering & kosten-baten analyse SEAMap's en alternatieven	69
9.1. Inhoudelijke toetsing	69
9.2. Uitvoeringsplannen	72
9.3. Kosten & baten	72
10. Literatuur	75
Bijlagen	81
Bijlage1 – Informatiebronnen voor stofgegevens	83
Bijlage 2 – Toelichting ecologische gegevens	89

Samenvatting

Het project CALPREA (Calamiteiten Preparatie Repressie en Advies/ Afhandeling) van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) wordt uitgevoerd om kennis en instrumenten beschikbaar te stellen en/of te ontwikkelen die in geval van incidenten en rampen op zee toegepast kunnen worden om een adequate bestrijdingsstrategie te bepalen. Op dit moment wordt de beslissing omtrent bestrijding niet ondersteund door een inschatting van de ecologische effecten. Daarom werkt het RIKZ aan een methode waarmee de ecologische gevoeligheid van de Noordzee (Nederlands Continentaal Plat) en de Nederlandse kust bepaald kan worden voor verontreinigingen die bij incidenten in zee geloosd worden. Een eerste stap daartoe is de ontwikkeling van ecologische gevoeligheidskaarten. Op deze kaarten moeten de ecologische risico's van calamiteiten inzichtelijk worden gemaakt. Naast het gebruik voor beslissingen omtrent bestrijding kunnen ecologische gevoeligheidskaarten ook van nut zijn bij contingency-planning en het moneteriseren van eventuele ecologische schade.

Het RIKZ heeft opdracht aan AquaSense gegeven om middels een inventariserende studie aanbevelingen te doen voor de meest geschikte benaderingswijze om ecologische gevoeligheidskaarten te maken voor het NCP en de Nederlandse kustzone bij calamiteiten met olie en andere chemicaliën.

In dit rapport wordt allereerst een overzicht gepresenteerd van enkele principiële benaderingswijzen en reeds in het buitenland gebruikte methoden om ecologische gevoeligheidskaarten te vervaardigen. De meest veelbelovende methodieken zijn de zogenaamde 'Environmental Sensitivity Index' (ESI) en de zogenaamde SensMaps.

De ESI behelst een relatief simpele aanpak, waarbij kusten in een tiental habitats worden ingedeeld. Aan ieder habitat wordt op basis van onderzoek na rampen in het verleden en een deskundigenoordeel een bepaalde categorie gevoeligheid voor olieverontreiniging toegekend. De categorieën kunnen met kleuren op een kaart worden getoond. De methode is internationaal geaccepteerd.

De Brits-Ierse SensMaps zijn gebaseerd op een biotopenindeling van de kust en aangrenzende ondiepe kustwateren. Per biotoop worden drie karakteristieke soorten en/of ecologische sleutelsoorten geselecteerd. Met auto-ecologische informatie over deze soorten wordt de gevoeligheid van ieder biotoop voor een groot aantal soorten verstoringen afgeleid. Onder deze verstoringfactoren zijn ook bepaalde verontreinigingen.

De meeste bestaande methoden hebben gemeen dat ze (nog) niet betrekking hebben op het milieu van de open zee (zoals het NCP) en dat ze worden toegepast voor één of enkele soorten verontreinigingen. Vaak gaat het om olie op de kust. Ook zijn er geen methoden waarbij expliciet met de (verwachte) concentraties en het werkingsmechanisme van de stoffen rekening wordt gehouden. In andere woorden, op basis van de bestaande karteringsmethoden is vrijwel geen uitspraak te doen over de ernst van de eventuele effecten.

In dit rapport wordt een aanzet gegeven tot het ontwikkelen van ecologische gevoeligheidskaarten voor het NCP en de Nederlandse kust. De methode die hierbij de voorkeur van de auteurs had is voor het gemak SEAMap's genoemd ('Substances Ecological Effects Assessment Maps'). De kern van de SEAMap's methode is dat de gemaakte kaarten in combinatie worden gebruikt met de resultaten van modellering van de verspreiding van de vrijgekomen stof (deze modellen worden thans ook binnen CALPREA door het RIKZ ontwikkeld). Op basis van een vergelijking tussen de voorspelde concentraties in de ruimte en tijd en generieke milieunormen, zoals bijvoorbeeld het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR), kan een globale uitspraak worden gedaan over de verwachte effecten, het zogenaamde generieke risico. Door dit generieke risico te projecteren over de SEAMap's kan worden afgeleid waar de ecologische effecten van de verontreiniging het grootst zullen zijn, d.w.z. waar de hoogste concentraties op zullen treden en tevens de voor de verontreiniging meest gevoelige ecologische elementen aanwezig zijn. Dit is een stap in de richting van het daadwerkelijk voorspellen van de schade.

Voor het vervaardigen van ecologische gevoeligheidskaarten wordt aanbevolen gebruik te maken van onderdelen van bestaande methoden. Daartoe is zowel een ES1 als een SensMaps-variant van de SEAMap's uitgewerkt. Het ontwikkelen van de SEAMap's zal echter nog de nodige investeringen vergen qua tijd en financiën. Daarom is ook een aantal snellere en minder ambitieuze alternatieven beschreven voor het NCP en/of de kustzone: (1) een ecologische 'schatkaart' met alleen waardevolle gebieden en objecten (deze kan eventueel in alle andere kaartvormen worden verwerkt), (2) een klassieke ES1-benadering voor alleen olie en alleen de Nederlandse kust (eventueel later uit te breiden tot de ES1-variant van de uitgebreidere SEAMap's), en (3) een set van drie kaarten met daarin louter de optelsom van de ecologische componenten die effect kunnen ondervinden van respectievelijk drijvende, oplossende en zinkende verontreinigingen (dit zijn in feite geen kaarten met daarin de *gevoeligheid* voor verontreinigingen, maar een soort overkoepelende ecologische kaarten).

De benodigde gegevens en de voor- en nadelen van bovenstaande methoden en varianten worden uitgebreid in het rapport beschreven. Uiteindelijk is voor ieder van de methoden aangegeven welke stappen waarschijnlijk nodig zijn om ze verder te ontwikkelen en toe te passen op het NCP en/of de Nederlandse kust en vervolgens de bijbehorende kaarten te

produceren. Als laatste is op basis van een aantal criteria en een puntenbeoordeling een zeer globale kosten/baten analyse opgesteld voor ieder van de methoden. In de volgende tabel wordt het resultaat hiervan getoond.

Samenvattende evaluatie (kosten/baten) van voorkeursmethode (SEAMap's) en alternatieve methodieken voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten in het kader van de ontwikkeling van dergelijke kaarten voor het NCP en de Nederlandse kustzone.

Criteria	SEAMap's +		Ecologische 'schatkaart' NCP	ESI olie op kust	Ecologische componenten- kaarten NCP
	ESI variant	SensMaps Variant			
<i>Baten</i>					
Inhoudelijke onderbouwing gevoeligheid (zie ook onderdelen van Tabel 9.1)	+	++	-	+	-
Weergave speciale ecologisch gevoelige elementen*	+	+	+	+	+
Inzicht in soort ecologische effecten	±	±	-	-	-
Inzicht in ernst en omvang effecten in ruimte en tijd	+	+	-	±	-
Ondersteuning bij afweging bestrijdingsmethoden*	±	±	+	+	±
Gemiddelde score (% van max.):	53	67	27	47	20
<i>Kosten</i>					
Beschikbaarheid benodigde informatie	+	±	+	+	±
Doorlooptijd	±	-	++	+	+
Kosten	±	-	++	+	++
Gemiddelde score (% van max.):	33	11	89	67	67
Overall gemiddelde score (%):	43	39	58	57	44

* beoordeling indien de 'schatkaart' bij de andere methoden sowieso als 'onderlaag' voor deze kaarten wordt toegepast

++	zeer goed	(3 pnt.)
+	goed	(2 pnt.)
±	matig	(1 pnt.)
-	slecht	(0 pnt.)

Wat opvalt is dat de uiteindelijke gemiddelde score voor de methoden niet al te sterk uiteen loopt. De gepresenteerde methoden hebben dus allen ongeveer dezelfde verhouding tussen kosten en baten volgens de gebruikte beoordelingwijze. De keuze tussen de verschillende methoden is dus voornamelijk afhankelijk van de uitgebreidheid die men wenst en de financiële middelen die men daar voor heeft. De SEAMap's hebben de voorkeur op inhoudelijke gronden. Ze leveren de meeste bruikbare informatie op maar zijn tevens het duurst. De ecologische 'schatkaart' en de ESI methode voor olie op de kust vallen qua verhouding tussen kosten en baten net iets gunstiger uit. Dit betekent dat men met een geringe eerste (financiële) inspanning mogelijk al iets kan produceren waar men naar verhouding al baat bij kan hebben. Als begonnen zou worden met het maken van standaard ESI-kaarten voor olie op de Nederlandse kust en men deze methodiek in een later stadium stapsgewijs zou uitbreiden tot het NCP en andere chemicaliën, zou deze wijze van kaarten maken zelfs nog gunstiger zijn.

1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de doelstellingen van het CALPREA project, zoals geformuleerd door het RIKZ, en de ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteitenbestrijding op de Noordzee uiteengezet. Hierna wordt de huidige studie geïntroduceerd en wordt de opbouw van het voorliggende rapport besproken.

1.1. CALPREA

Achtergrond

De Nederlandse overheid wil bereiken dat milieubedreigende stoffen die bij incidenten/rampen in zee en op de kust komen geen bedreiging vormen voor de Noordzee als bron van leven, rust en ruimte en als motor van economische activiteiten. Daarom dient de overheid voldoende te zijn geprepareerd om op adequate wijze de kwalijke gevolgen van milieubedreigende stoffen, als gevolg van incidenten en rampen, op mens, milieu en economie te minimaliseren. Hiertoe is een nieuw beleid geformuleerd. Belangrijke elementen van dit nieuwe beleid ten aanzien van de bestrijding van de nadelige effecten als gevolg van rampen en incidenten op zee zijn in de nota 'Bestrijding Milieubedreigende Stoffen 2000-2010' beschreven en luiden als volgt:

1. Eenvoudig bepalen van de noodzaak van bestrijding van milieubedreigende verontreiniging;
2. Verkorten van de responstijd (de tijd die verstrijkt tussen de melding dan wel de detectie van een verontreiniging en de aanvang van de bestrijding ervan);
3. Door innovatie verbeteren van de bestrijding van milieubedreigende stoffen op zowel de Noordzee als de kust;
4. Adequate bescherming van zowel ecologisch als economisch kwetsbare gebieden;
5. Meer aandacht voor grootschalige, complexe en langdurige incidenten;
6. Versterken van de samenwerking tussen zowel de nationale en internationale overheden als het particuliere bedrijfsleven;
7. Verbeteren van het opsporen en beoordelen van aard en omvang van milieubedreigende stoffen;

8. Professionaliseren van de incidentenorganisatie, waarbij aandacht wordt gegeven aan evaluatie en een goede administratieve, financiële en juridische afhandeling van incidenten, en aan communicatie zowel binnen de organisatie zelf als naar buiten.

De realisatie van bovengenoemde doelen wordt gecoördineerd vanuit het 'Uitvoeringsprogramma Bestrijding Milieubedreigende stoffen' (UBMS, vanwege de complexiteit ook OCTOPUS genoemd) onder leiding van de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat. Dit programma is in 2001 van start gegaan en zal duren tot en met 2010. De inhoud en de omvang van het UBMS programma is beschreven in het rapport "Uitvoeringsprogramma Bestrijding Milieubedreigende stoffen Noordzee 2001-2010".

Een aantal onderdelen van het programma zullen door het Rijksinstituut voor Kust en Zee in opdracht van Directie Noordzee worden uitgevoerd, en vallen onder het project CALPREA. CALPREA is een verzamelnaam van de kernbegrippen: Calamiteiten Preparatie Repressie en Advies/Afhandeling.

Doel CALPREA

Het doel van het project is kennis en instrumenten beschikbaar te stellen en/of te ontwikkelen die in geval van incidenten en rampen op zee toegepast kunnen worden om een adequate bestrijdingsstrategie te bepalen. De opruimingsstrategie dient erop gericht te zijn om de mogelijke schade ten gevolge van een calamiteit zo veel mogelijk te beperken. De ernst van lozingen door calamiteiten is afhankelijk van de soort en de hoeveelheid geloosde stof, de plaats van de lozing en de schade op het ecologisch en economisch functioneren van het watersysteem. Op dit moment ontbreekt het nog aan duidelijke criteria om vast te stellen wanneer een verontreiniging op grond van haar gedrag, schadelijkheid en bestrijdbaarheid wel of niet dient te worden opgeruimd. Er is dringend behoefte aan een eenduidige, reproduceerbare beoordelingsmethode met behulp waarvan besloten kan worden of de verontreiniging, gelet op de te verwachten ecologische en economische schade, wél of niet (op zee) opgeruimd dient te worden.

Werkzaamheden

In het lopende en het komende jaar wordt gewerkt aan de volgende probleemgebieden:

- Inventarisatie van verscheepte milieugevaarlijke stoffen en classificatie van stoffen naar bestrijdbaarheid en ecologische effecten;
- Er worden modellen ingezet om gedrag en verspreiding van stoffen te voorspellen;
- Op basis van informatie met betrekking tot alle scheepsbewegingen op zee en informatie over verscheepte stoffen wordt de kans bepaald op een ongeval en tevens de hoeveelheid milieugevaarlijke stoffen die bij een dergelijk ongeval in het mariene milieu terechtkomt;
- Bepalen van de ecologische effecten van lozingen en maken van ecologische gevoeligheidskaarten;

- Het monetariseren van de ecologische en economische schade.

1.2. Ecologische gevoeligheidskaarten

Milieutechnisch advies bij de bestrijding van calamiteiten

RWS Directie Noordzee (DNZ) is verantwoordelijk voor de bestrijding van verontreinigingen op zee die het gevolg zijn van calamiteiten. De bestrijding van incidenten is grotendeels vastgelegd in protocollen. Na melding van een incident door de Chef van de Wacht van het Kustwachtcentrum geeft de Milieu Technische Adviesdienst (MTA) van Directie Noordzee binnen vijf minuten een wel/niet bestrijden advies. Dit advies is gebaseerd op chemische eigenschappen van de stof, die worden opgezocht in diverse databases. Een half uur na melding geeft de MTA opnieuw een meer uitgebreid advies, waarin o.a. de verwachte verspreiding van de verontreiniging is geëvalueerd op basis van computermodellen. Zo nodig worden ook andere instanties - zoals het RIKZ - betrokken bij dit tweede advies. Handelen bij calamiteiten kan variëren van niets doen, bijvoorbeeld wanneer de verontreiniging relatief ongevaarlijk is, zich (te) snel verdunt in zeewater en de plaats van verontreiniging binnen redelijke termijn niet bereikbaar is, tot het afzetten van stranden en het voor zover mogelijk opruimen van de verontreiniging. Indien de volksgezondheid potentieel bedreigd wordt, wordt het RIVM ingeschakeld.

Niet alle verontreinigingen kunnen worden opgeruimd, dat is niet altijd technisch of operationeel mogelijk. Vaak is het ook vanuit milieuoogpunt niet nodig om verontreinigingen op te ruimen, wanneer dat maar een beperkte vermeden economische of ecologische schade oplevert. Maar ook in deze gevallen dient er een beeld te bestaan van de effecten van de stof op het milieu. De beslissing wanneer wel en wanneer niet tot bestrijding wordt overgegaan dient daarbij gebaseerd te zijn op een heldere en objectieve besluitvormingsprocedure. Op dit moment wordt de beslissing niet ondersteund door een plaats en tijdafhankelijke inschatting van de te verwachten ecologische effecten en ook niet van economische schade. Daarom heeft Directie Noordzee het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) opdracht gegeven om een methode te ontwikkelen waarmee de ecologische gevoeligheid van de Noordzee (Nederlands Continentaal Plat) en de Nederlandse kust bepaald kan worden voor verontreinigingen die in zee komen ten gevolge van calamiteiten. Een eerste stap daartoe is de ontwikkeling van ecologische gevoeligheidskaarten.

Omschrijving ecologische gevoeligheidskaarten

Onder ecologische gevoeligheid kan worden verstaan de mate waarin ecologische elementen zoals groepen soorten onder veldomstandigheden effect kunnen ondervinden van bepaalde verontreinigingen. Ecologische gevoeligheid moet men niet verwarren met toxicologische gevoeligheid. Dat is namelijk de mate waarin individuele organismen effect ondervinden van toxische contaminanten, bijvoorbeeld uitgedrukt als de

concentratie van een stof waarbij een bepaalde mate van effect optreedt in bioassays (bijvoorbeeld de LC50 van een stof).

Op de ecologische gevoeligheidskaarten zullen de verwachte ecologische effecten (risico's) grafisch worden weergegeven met behulp van kleurcategorieën, bijvoorbeeld rode gebieden waar de effecten groot zijn en groene gebieden waar de effecten klein zijn. De kaarten zullen zowel hardcopy als digitaal in GIS format beschikbaar zijn. De huidige studie is als volgt afgebakend:

- De methode heeft betrekking op de Noordzee (Nederlands Continentaal Plat) en de kustzone.
- De methode evalueert de gevoeligheid voor alle verontreinigingen die in zee kunnen komen als gevolg van een calamiteit op zee, niet alleen de gevoeligheid voor olie.
- De (kans op) emissies door calamiteiten, en vervolgens de verspreiding van verontreinigingen in zee maken niet expliciet deel uit van de methode.

Toepassing

De kaarten zullen bijdragen aan het bepalen van een optimale strategie voor de bestrijding van verontreinigingen, dus pas ná de calamiteit, bijvoorbeeld: is het noodzakelijk dat een verontreiniging wordt opgeruimd, gezien de mogelijke ecologische effecten, hoe snel moet worden ingegrepen en waar liggen de prioriteiten?

Gevoeligheidskaarten kunnen zo ook de keuze tussen alternatieve bestrijdingswijzen ondersteunen. De toepassing van dispergeermiddelen zou kunnen neerkomen op een afweging tussen nadelige effecten voor vogels of nadelige effecten voor bodemdieren. Op kaarten kunnen voor de verschillende soortgroepen belangrijke gebieden worden aangegeven.

Naast een hulpmiddel bij de bestrijding van calamiteiten kunnen de kaarten ook vóóraf gebruikt worden, namelijk voor 'contingency'-planning, dus om te bepalen op welke plaatsen welke bestrijdingsmaterialen langs de kust klaar moeten liggen en om de positie van scheepvaartroutes te evalueren.

Als laatste kunnen de kaarten mogelijk bijdragen aan het schatten van de ecologische schade en de monetarisering daarvan.

1.3. Doelstellingen & aanpak

Deelproject ecologische gevoeligheidskaarten

Het RIKZ heeft opdracht aan AquaSense gegeven om middels een soort brainstorm aanbevelingen te doen voor de meest geschikte benaderingswijze om ecologische gevoeligheidskaarten te maken voor het NCP en de Nederlandse kustzone bij calamiteiten met olie en andere chemicaliën. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

Om verschillende mogelijke methoden te vergelijken en om uiteindelijk een goede keuze te kunnen maken moet gekeken

worden in hoeverre de kaarten kunnen beantwoorden aan een aantal principiële vragen:

- Hoe 'erg' zijn de effecten in dit gebied op dit tijdstip, in vergelijking met andere gebieden en tijdstippen (relatief)? Ofwel: moet er wel/niet ingegrepen worden?
- Welk soort effecten zal er optreden?
- Hoe groot zijn deze effecten (kwantitatief)?
- Wanneer er meerdere bestrijdingsmethoden zijn, welke kan methode dan het beste gebruikt worden?

Aanpak

In het algemeen is tijdens de huidige studie eerst op inhoudelijke wijze gekeken naar bestaande methoden en eventuele alternatieven. Pas hierna zijn praktische overwegingen zoals kosten bij het geheel betrokken. De volgende activiteiten zijn uitgevoerd:

1. Inventarisatie van de belangrijkste reeds beschreven methoden.
2. Criteria opstellen om de inhoudelijke voor- en nadelen van de benaderingswijzen te beoordelen en aan de hand hiervan de onder (1) beschreven benaderingswijzen evalueren.
3. Voor de volgens (2) in principe geschikte benaderingswijzen bepalen welke input nodig is en nagaan of deze basisgegevens daadwerkelijk bestaan.
4. Selectie van de meest kansrijke benaderingswijze(n) op basis van (2) en (3) en afleiden van voorkeursmethode(n).
5. Kosten/batenanalyse van de meest geschikte methoden, inclusief een opzet voor een uitvoeringsplan en een kostenraming.
6. Vervaardigen van enkele prototype kaarten.

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de principebenaderingen die mogelijk zijn bij het maken van ecologische gevoeligheidskaarten. In hoofdstuk 3 worden vervolgens drie bestaande methoden uit het buitenland samengevat en deze worden in Hoofdstuk 4 inhoudelijk beoordeeld op basis van criteria. De beschikbaarheid van de benodigde gegevens over stoffen en van de ecologie op het NCP en de kust om ecologische gevoeligheidskaarten te maken wordt geïnventariseerd in Hoofdstuk 5. In Hoofdstuk 6 wordt geschetst hoe zo'n kaartensysteem via IT geïntegreerd met databases en GIS. In hoofdstuk 7 worden voorstellen gedaan voor een voorkeursmethode, de SEAMap's, en twee varianten daarop. Omdat dit een vrij uitgebreide methodiek betreft worden in Hoofdstuk 8 nog enkele snellere en goedkopere alternatieven gepresenteerd. De kosten en baten van zowel de voorkeursmethode als de alternatieven worden ten slotte op een rij gezet in Hoofdstuk 9.

2. Principes

Voordat kan worden afgeleid wat de meest geschikte methoden zijn om ecologische gevoeligheidskaarten te maken, wordt in dit hoofdstuk eerst toegelicht hoe ecologische effecten na calamiteiten kunnen ontstaan. Aansluitend hierop worden twee principieel verschillende benaderingswijzen vergeleken die men zou kunnen onderscheiden.

2.1. Het ontstaan van ecologische effecten

Wat gebeurt er eigenlijk met een verontreiniging die bij een calamiteit op de Noordzee vrijkomt, d.w.z. wat is de keten van gebeurtenissen die uiteindelijk kan leiden tot een ecologisch effect? Globaal zijn de hieronder beschreven aspecten uit deze keten van belang.

Vrijkomen stof (emissie)

De locatie van de calamiteit is van belang om in te schatten welke delen van het NCP en/of de kust (als eerste) het risico lopen verontreinigd te worden. Verder zal de wijze waarop de stof in het milieu komt uiteindelijk bepalen welke ecologische risico's er wanneer ontstaan. Het zal bijvoorbeeld uitmaken of de stof langzaam in het milieu lekt of dat deze in één keer wordt geloosd. Ook of de stof in eerste instantie op het wateroppervlak terecht komt of onder water ontsnapt kan tot verschillende (initiële) risico's leiden.

Lotgevallen

Afhankelijk van de wijze van vrijkomen en de chemische en fysische eigenschappen van de stoffen zullen deze zich verspreiden over de diverse milieucompartimenten. Wij vinden het voor een inschatting van ecologische risico's van groot belang om te weten in welke compartimenten de stof zich uiteindelijk zal bevinden. Een stof die goed oplost in water zal in eerste instantie een bedreiging vormen voor pelagische leefgemeenschappen, terwijl een hydrofobe stof die zich sterk aan het sediment hecht eerder effecten bij bentische organismen veroorzaakt. Deze scheiding is in de praktijk echter nooit volledig, ook bentische organismen kunnen met opgeloste verontreinigingen in aanraking komen.

Dezelfde fysische en chemische eigenschappen bepalen ook de mobiliteit, d.w.z. de verspreiding van de stof door stroming en dispersie. Dit is van belang om te bepalen welke mariene en litorale ecosystemen op welke plaats zullen worden blootgesteld. De persistentie van de verbindingen bepaalt hoe lang deze in het milieu aanwezig blijven.

Blootstelling

De wijze waarop de blootstelling van organismen plaats vindt, hangt in grote mate af van het lot van de stof. Opname kan onder meer

plaats vinden via de waterfase (door ademhaling of diffusie), zwevend stof (door filtratie om voedsel te verkrijgen), sediment en plantaardig of dierlijk voedsel. Sterk hydrofobe en persistente verbindingen zullen zich ophopen in organismen en in de voedselketen (biomagnificatie), waardoor lage blootstellingsniveaus uiteindelijk toch kunnen leiden tot - vaak chronische - effecten. Eenmaal in organismen kunnen giftige stoffen worden afgebroken en geëlimineerd, maar in sommige gevallen kan metabolisme ook leiden tot het ontstaan van nog toxischere verbindingen.

De blootstellingsduur is tevens van belang: des te langer deze is, des te groter natuurlijk het verwachte effect.

Werkingsmechanisme

Iedere stof heeft één of meerdere manieren waarop deze ingrijpt op levende organismen en biochemische en fysiologische processen kan verstoren. Voor het uiteindelijke ecologische functioneren van organismen maakt het sterk uit welke functies verstoord worden. Voor het bepalen van ecologische risico's telt vooral of de effecten op organismen doorwerken op het niveau van populaties en eventueel op het niveau van levensgemeenschappen en het ecosysteem. Een stof kan in zulke hoge concentraties voorkomen en dermate toxisch zijn dat er acute sterfte ontstaat. Daarnaast kunnen bij langdurige blootstelling aan stoffen die een effect hebben op reproductie of groei tevens op subtielere wijze effecten op populatieniveau ontstaan. Effecten van bepaalde stoffen, zoals die met een narcotiserende werking, zijn in sommige gevallen reversibel; het organisme herstelt zich van het effect. Er kan ook stilgestaan worden bij effecten die in eerste instantie stimulerend zijn. In het geval van een calamiteit waarbij nutriënten vrijkomen – een container met plantenvoeding valt bijvoorbeeld van een schip – ontstaat eutrofiëring door een verhoogd voedselaanbod voor algen. In tweede instantie kunnen zulk soort effecten op ecosystemenniveau uiteindelijk toch leiden tot negatieve effecten, bijvoorbeeld zuurstofloosheid door het massaal afsterven van algen na een algenbloei.

Dosis-effect relaties

Naast de blootstellingsduur en het werkingsmechanisme bepaalt het blootstellingsniveau het effect van stoffen op organismen. In de regel geldt dat bij grotere doses het effect groter zal zijn. Er zijn echter uitzonderingen op deze gouden regel uit de toxicologie, bijvoorbeeld hormonen die in lage concentraties stimulerend werken. Om effecten op organismen exact in te kunnen schatten moet bekend zijn wat de dosis-effect relatie is. Omdat het aantal stoffen dat door de mens wordt geproduceerd zo enorm groot is, is dit soort informatie maar voor een zeer beperkt deel van alle bekende verbindingen voorhanden.

Combinatie-effecten

Bij blootstelling aan mengsels van stoffen kunnen deze elkaars werking beïnvloeden. Bekend is de zogenaamde concentratie-additie waarbij de effecten als het ware worden opgeteld. Maar verbindingen kunnen elkaars effect ook afzwakken (antagonisme) of versterken (synergisme). Dat dit soort effecten bestaan is sporadisch aangetoond, maar zo summier dat deze effecten nog niet systematisch voor risicobeoordeling worden meegenomen. Vaak wordt daarom gewerkt met een soort veiligheidsfactor, bijvoorbeeld

bij het afleiden van milieunormen.

Indirecte effecten

Een effect op één organisme kan invloed hebben op het functioneren van andere organismen en onderdelen van het ecosysteem. Bij dit soort effecten spelen de onderlinge ecologische relaties een grote rol. Bekend zijn effecten waarbij het verdwijnen van een groep planten of dieren leidt tot voedselgebrek van organismen die zich hier mee voeden. Ook kan het wegvallen van predatoren door milieustress een toename van prooiorganismen bewerkstelligen. Accumulatie van verontreinigingen in prooidieren kan leiden tot ophoping in de predatoren die deze dieren eten (biomagnificatie).

Ecologisch herstel

Herstel van populaties en ecosystemen na een calamiteit kan optreden wanneer de concentraties van de verontreiniging gedaald zijn tot onder het effectniveau (chemisch-toxicologische hersteltijd). Herstel treedt dan echter niet automatisch op, maar hangt sterk af van het soort effect dat is opgetreden en van ecologische relaties en factoren (ecologische hersteltijd). Een verdwenen soort zal bijvoorbeeld moeten concurreren met minder gevoelige en meer opportunistische soorten die tijdelijk 'in de niche van de gevoelige soort zijn gesprongen'. Door de complexiteit van levensgemeenschappen en ecosystemen is het bij ecologische risicobeoordeling echter veelal uiterst moeilijk herstelsnelheden accuraat te kwantificeren. Vaak komt men niet verder dan een kwalitatieve beoordeling van het herstelpotentieel.

2.2. Bottom-up versus top-down benaderingen

Met in gedachten de beschreven keten van emissie tot ecologische effecten, kan aan twee principeel verschillende soorten benaderingen voor het vervaardigen van ecologische gevoeligheidskaarten worden gedacht, 'bottom-up' of 'top-down'. Deze hierna beschreven methoden zijn uitersten in de zin dat ze zo'n beetje de bandbreedte van de mogelijke 'oplossingsruimte' markeren. De voor- en nadelen van de twee benaderingswijzen worden in Tabel 2.1 gegeven.

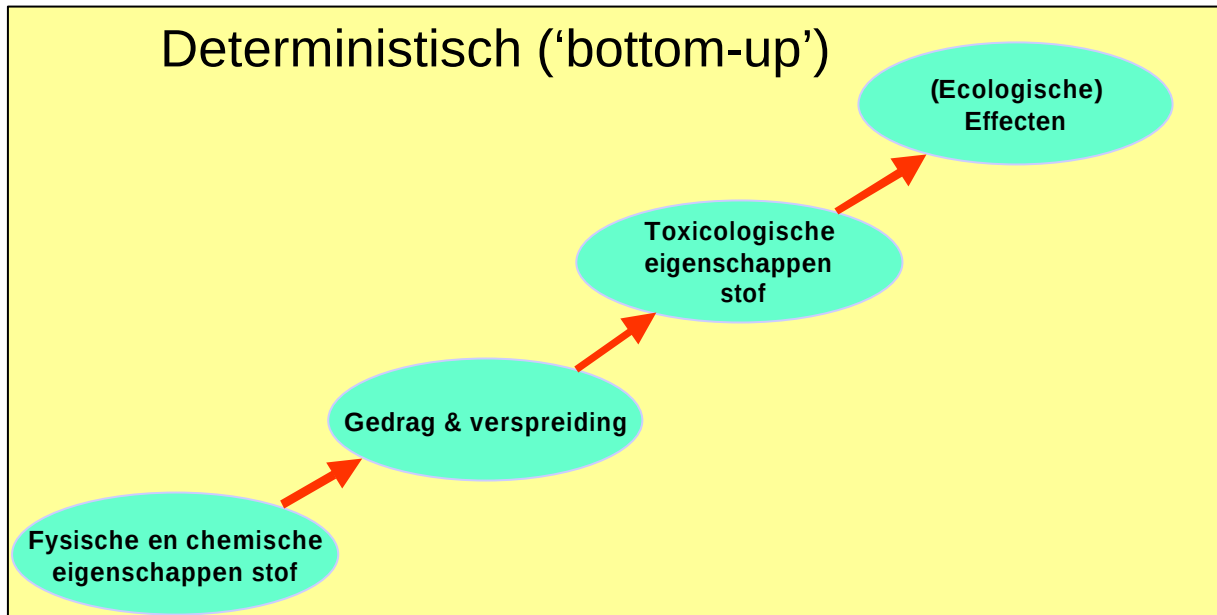
Bottom-up

Bij een deterministische of 'bottom-up' benadering wordt de keten in de beschreven richting gevolgd (zie Figuur 2.1): verwachte concentraties van de verontreiniging (in ruimte en tijd) worden vergeleken met effectconcentraties voor organismen die aan de verontreiniging worden blootgesteld en de verwachte effecten worden met ecologische informatie doorvertaald naar ecologische risico's voor alle locaties en op een kaart gezet. Dit kan met behulp van een soort 'modellentrein'. Het lot en de verspreiding van de stof worden bijvoorbeeld twee- of driedimensionaal gemodelleerd. De uitkomsten hiervan worden in een effectmodel gestopt en de voorspelde effecten op individu-niveau worden weer in een ecologisch model doorvertaald naar effecten op populaties,

levensgemeenschappen enzovoort. Men kan zich bij deze benadering goed voorstellen dat de kaarten per gebeurtenis als het ware geconstrueerd worden aan de hand van de beschikbare specifieke informatie over de calamiteit, de stof, het seizoen etc. Dit kan in feite alleen met behulp van computers. Dit betekent meteen dat het bij deze benadering moeilijk zal zijn om een beperkte vaste set kaarten te produceren die bij alle calamiteiten is te gebruiken. Voor deze deterministische benaderingswijze is vrij exacte kennis over stofgedrag, toxiciteit en de samenstelling en werking van het ecosysteem ter plekke vereist. Dit soort informatie is waarschijnlijk niet altijd in zoveel detail beschikbaar. Het grootste nadeel is evenwel dat het toepassen van een dergelijke 'modellentrein' leidt tot het accumuleren van alle onzekerheden van de afzonderlijke onderdelen.

Tabel 2.1: Enkele voor-en nadelen van de bottom-up en top-down benaderingen voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten.

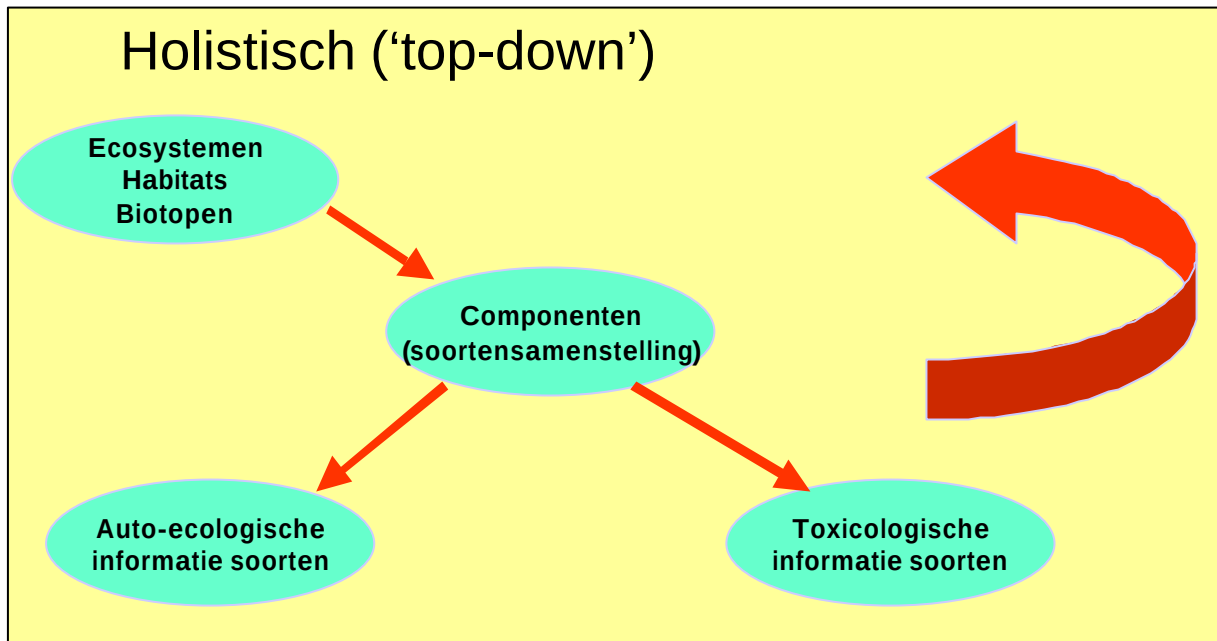
	Bottom-up (deterministisch)	Top-down (holistisch)
<i>Voordelen</i>	Indien de methode werkt wordt een vrij kwantitatieve weergave van de effecten geproduceerd. Per calamiteit kan een risicokaart worden geproduceerd. De benaderingswijze is dus geschikt voor specifieke calamiteiten. De oorzaak-gevolg keten van het incident wordt duidelijk in beeld gebracht en er wordt daarbij maximaal van de beschikbare informatie gebruik gemaakt. De ontwikkeling van het ecologische risico kan in de tijd worden gevolgd; er kunnen verschillende scenario's worden 'afgespeeld'.	De methode is relatief simpel qua benadering doordat deze is gebaseerd op een beperkte selectie van de meest belangrijke ecologische soorten en auto-ecologische en toxicologische gegevens. Met de aanpak kan een beperkte set kaarten worden geproduceerd die in het geval van een calamiteit snel bij de hand zijn. De benadering is vanwege zijn meer algemene karakter ook geschikt voor evaluaties vooraf, b.v. bij contingency-planning. De kaarten tonen de risico's direct op een hoog ecologisch integratieniveau (ecosysteem, habitat, biotoop, enz.)
<i>Nadelen</i>	Voor het opzetten zijn zeer veel (kwantitatieve) gegevens nodig over de stofeigenschappen en het ecosysteem. Er vindt vermenigvuldiging plaats van de onzekerheden in ieder deelmodel; de onzekerheid in de uiteindelijke voorspelling kan daardoor aanzienlijk zijn. Vanwege de complexiteit van de relaties en functies in een ecosysteem, is het zeer lastig de uiteindelijke effecten realistisch te bepalen. Dit hangt sterk af van de kwaliteit van het gebruikte model.	De methode neigt naar oversimplificatie, d.w.z. dat ze weinig differentiërend zal zijn voor verschillende (klassen van) stoffen met sterk uiteenlopend gedrag en werking. De kaarten hebben geen directe relatie met de kenmerken van de calamiteit, d.w.z. dat de wijze van emissie en het exacte gedrag niet verdisconteerd zijn.



Figuur 2.1: Schematische weergave van een deterministische of 'bottom-up' benadering voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten.

Top-down

Een 'top-down' of holistische benadering gaat juist uit van het aanwezige habitat, biotoop of ecosysteem ter plaatse van de calamiteit (Figuur 2.2). Op een kaart wordt bijvoorbeeld aangegeven of in het habitat of biotoop (in zijn algemeenheid) gevoelige ecologische componenten aanwezig zijn (groepen sleutelorganismen of natuurdoelsoorten, langzaam herstellende populaties, etc.). Men moet de samenstelling van het ecosysteem dus kennen en voor bepaalde soorten ook auto-ecologische informatie (voedsel, voortplanting, mobiliteit, etc.) en toxicologische informatie (gevoeligheid per verontreiniging, werkingsmechanisme) verzamelen. Omdat de gevoeligheid weer wordt terugvertaald op het niveau van biotoop, ecosysteem etc. (rode pijl in Figuur 2.2) is het met de top-down benadering beter mogelijk om een beperkte set kaarten (mogelijk per seizoen) te produceren. Deze kaarten moeten bij gebruik echter worden vergeleken met aparte andere kaarten waarop de verwachte verspreiding en concentraties van de verontreiniging inzichtelijk wordt gemaakt. De top-down aanpak is in feite simpeler, maar heeft ook weer nadelen, want met veel factoren die het ecologische risico beïnvloeden wordt bij de holistische benadering *a-priori* weinig rekening gehouden: lot van de stof, werking van de stof, concentratie etc. Als men met dit soort factoren wél rekening moet houden, eindigt men toch weer met meerdere kaarten (bijvoorbeeld dé calamiteitskaart voor goed oplosbare stoffen met een fytotoxische werking in het vroege voorjaar).



Figuur 2.2: Schematische weergave van een holistische of 'top-down' benadering voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten bij calamiteiten.

De belangrijkste voor -en nadelen van beide benaderingswijzen worden in Tabel 2.1 op een rij gezet.

Elk van de geschetste benaderingswijzen vraagt om tamelijk specifieke input die waarschijnlijk niet altijd voorhanden is. Uiteindelijk zal voor een pragmatische oplossing moeten worden gekozen die de bestaande informatie optimaal benut.

3. Belangrijkste bestaande methoden

Bij het nadenken over de beste methoden om ecologische gevoeligheidskaarten te maken is allereerst gekeken naar hetgeen er reeds bestond qua benaderingswijzen voor het maken van ecologische kaarten ten behoeve van calamiteiten. Zeker in verband met internationale en Europese afstemming in de toekomst kan het van belang zijn om thans al rekening te houden met of aan te sluiten bij methodieken die elders worden toegepast. Het RIKZ heeft hiertoe reeds een overzicht samengesteld van bestaande systematieken en kaartenmateriaal dat nuttig zou kunnen zijn bij het vervaardigen van de Nederlandse kaarten (Visser, 2002). Ook zijn in dit overzicht reeds bestaande methoden voor het maken van gevoeligheidskaarten samengevat. Een aantal hiervan is zeer beperkt van aard, bijvoorbeeld zonder kaarten of alleen voor vogels. Er bestaan drie meer complete systemen.

De kenmerken en details van deze kaartvormen, voor zover deze uit de geraadpleegde bronnen konden worden gehaald, inclusief de voor- en nadelen van de methoden, worden opgesomd in Tabel 3.1. In de volgende paragrafen worden de drie methoden kort samengevat. Meer websites met informatie en voorbeeldkaarten, ook van hier verder niet besproken methoden, worden gegeven door Visser (2002).

3.1. Sensitivitätsraster

De Duitse 'Sensitivitätsraster', in het Nederlands gevoeligheidsrasters, zijn door het GKSS Forschungszentrum ontwikkeld om de gevoeligheid van het Duitse gedeelte van de Waddenzee voor olievervuiling in kaart te brengen. De methode is gebaseerd op monitoringsgegevens van het gebied. Hiertoe is het Waddengebied ingedeeld in een zeer groot aantal vakken. Gedurende meerdere jaren is het voorkomen van verschillende soorten in deze vakken geïnventariseerd.

Benaderingswijze

Op basis van literatuur, auto-ecologische gegevens en expert-judgement wordt aan individuele soorten een weegfactor toegekend voor hun gevoeligheid voor olie. Deze wordt vermenigvuldigd met de gevonden dichtheidsklasse binnen een inventarisatiehok en dit getal wordt genormaliseerd voor de maximale weegfactor en de maximale dichtheidsklasse. De waarde van deze gevoeligheidsindex wordt vervolgens in vier verschillende klassen ingedeeld die middels kleuren op kaarten

Tabel 3.1: Kenmerken van de drie belangrijkste bestaande benaderingswijzen voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten.

METHODIEK	Sensitivitätsraster	Environmental Sensivity Index (ESI)	SensMaps
KENMERKEN	Thematische kartering als onderdeel Duits Wadden informatiesysteem WATiS	Gevoeligheidskartering voor respons bij olierampen	Gevoeligheidskartering voor kustbiotopen in de Zuid Ierse Zee in kader INTERREG programma en elders in Groot Brittannië (MarLIN)
<i>Algemeen</i>			
Opsteller(s)	GKSS Forschungszentrum (Duitsland)	NOAA (V.S.), IMO, IPIECA, e.a.	Diverse instanties in Ierland, Wales, Schotland en Engeland.
Toepassingsgebied	Duits gedeelte Waddenzee (tussen eilanden en vaste land)	Alleen kustzone: V.S., Mauritius, Nieuw Zeeland, zuidelijk Afrika	Kustzone (litoraal, sublitoraal): gedeelten van Ierland en Groot-Brittannië
Voorbeeldkaarten in ...			
Geraadpleegde referentie(s)	van Bernem et al. (1994) kaarten: http://w3g.gkss.de/watis/skoeli/map REMUS: www.wsv.de/Schiffahrt/Bekaempfung_von_Meeresverschmutzungen/Remus/Remus.html RESY: www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/resy1.htm	NOAA (2002) IMO/IPIECA (ongedateerd) Tortell (1992)	McMath et al. (2000) MarLIN website http://www.marlin.ac.uk/
Verstoring	Alleen olievervuiling	Alleen olievervuiling	Verschillende soorten van verstoring: chemische contaminatie, visserij en andere menselijke activiteiten; in principe onderscheid tussen grote hoeveelheid individuele stoffen: nutriënten, organische verontreiniging en toxische stoffen w.o. algentoxines, metalen, organofosfaten, organochloorverbindingen, verschillende soorten olie en oplosmiddelen enz.
Basisbenadering	Gedetailleerde kartering van habitat, soorten en levensgemeenschap; op basis van monitoringsgegevens van soorten en auto-ecologische gegevens worden punten toegekend en geclassificeerd; hiermee worden gevoeligheidsindices voor de belangrijkste ecosysteemelementen berekend op steeds hogere (ecologische) aggregatieniveaus	Habitattypering van de kust op basis van veldonderzoek/ervaring; de kustzone wordt op basis van getijdenwerking (energie), helling, type substraat en biologische productiviteit/gevoeligheid ingedeeld in 10 verschillende hoofdklassen voor oliegevoeligheid en diverse subklassen; plaatsen waar zich belangrijke biologische rijkdommen bevinden (b.v. paaiplassen, vogelkolonies) en gebieden van speciaal belang voor de mens (recreatie, aquacultuur, enz.) worden met speciale symbolen aangegeven.	Kartering op basis van biotopen en bentische soorten. Het waarderingsstelsel berust in principe op de bentische gevoeligheidsindex van MacDonald et al (1996) die voor visserijeffecten is ontwikkeld. De gevoeligheid van iedere gekozen soort voor een bepaalde verstoring wordt berekend uit de z.g. intolerantie en de herstelsnelheid van de soort. De gevoeligheid van een biotoop wordt berekend uit de gevoeligheden van 3 sleutelsoorten of karakteristieke, belangrijke soorten. De gevoeligheid van het biotoop kan worden doorvertaald naar de gevoeligheid van biotoopcomplexen of groepen levensvormen. Ook kan de gecombineerde gevoeligheid voor verschillende soorten verstoringsfactoren samen worden gekarteerd.

Tabel 3.1: (vervolg)

	Sensitivitätsraster	Environmental Sensivity Index (ESI)	SensMaps
<i>Algemeen (vervolg)</i>			
Integratie stoftransportmodel	Niet geïntegreerd	Niet geïntegreerd	Niet geïntegreerd
Afstemming met natuurbeleid	Geen rekening gehouden met indeling Waddenzee als nationaal park, de grenzen van het nationale park zijn al 1985/86 vastgelegd; zones met de hoogste beschermingsstatus (zone 1, rustzones; Umweltbundesamt, mond. meded.) komen maar gedeeltelijk overeen met de meest gevoelige locaties op de gevoeligheidskaarten	V.S. wetgeving ter bescherming van biotopen, Nationale en Internationale Rode Lijst, nationale parken en gebieden waar Rode lijst soorten voorkomen zijn wel apart op kaarten aangegeven met symbolen.	Afstemming met nationale en EU-wetgeving. In MarLIN (Marine Life Information Network) bijzonder oogmerk voor de implementatie van de nieuwe EU wetgeving (habitat richtlijn) m.b.t. de bescherming van (mariene) habitats (Special Areas of Conservation, SACs) en het voorkomen van zeldzame soorten.
Integratie bestrijdingsstrategieën	Niet direct gekoppeld; het kaartensysteem en bijbehorende database (WADABA) zijn opgezet om een beoordelingsbasis voor experts en beleidsmakers te bieden, naast het gebruik van een milieumanagement systeem (REMUS, tot nu niet helemaal ontwikkeld.	Ten behoeve van bestrijding olierampen.	Bedoeld als basis voor beleidsmaker (experts) om in het geval van allerlei verstoringen van welke soort dan ook (ook fysische) een management strategie te ontwikkelen.
Ecologische inputgegevens	Veldcampagne- en monitoringsgegevens (in database, WADABA), auto-ecologische gegevens soorten, literatuur t.a.v. effecten olie?	Soort kusthabitat (bij afleiding ESI's zijn ook auto-ecologische gegevens betrokken); speciale puntsymbolen worden waarschijnlijk op basis van veldinventarisaties toegevoegd	Aanwezige soorten, biotopen, biotoopcomplexen en of groepen levensvormen. Auto-ecologische gegevens van benthossoorten m.b.t. intolerantie (per soort verstoring) en herstelbaarheid. Compatibel met MarLIN.

Tabel 3.1: (vervolg)

	Sensitivitätsraster	Environmental Sensivity Index (ESI)	SensMaps
<i>Bepaling gevoeligheid</i>			
Gevoeligheidsindex of – klasse met betrekking op....	Sediment, benthos (meiofauna + macrofauna + microfyto-benthos), vis + garnalen, vogels + zeehonden en kweldervegetatie in vakken van 1x1 km	Kusthabitat (10 hoofdklassen zoals o.m. rotskust, zandstrand, wadplaten en mangroven; weer uitgesplitst in 28 subklassen); aparte symbolen voor biologische rijkdommen (zo'n 35) en gebruik door de mens (ook zo'n 35)	Biotopen op basis van het aanwezige benthos. Gevoeligheid ook te aggregeren op 'biotope complex' en 'lifeform' niveau.
Differentiatie van gevoeligheid	Klassenindeling per soort op basis van voorkomen (monitoring, veldonderzoek) vermenigvuldigd met specifieke weegfactor (gevoeligheidsklasse op basis van expert judgement en literatuur). Dan waarden genormaliseerd voor meerdere soorten samen per taxonomische/functionele groep enz. tot een steeds hoger aggregatieniveau (zoals sediment + benthos + vogels of kwelders). Vier gevoeligheidsklassen. Gevoeligheidsformule per soort: $\text{Index} = (\text{gevoeligheidsklasse soort} \times \text{abondantieklasse soort}) / (\text{maximale gevoeligheidsklasse} \times \text{maximale abondantieklasse})$. Index per monsterstation is gelijk aan de som van alle soortindexen maal een waarde voor de sedimentklasse.	Index (ESI) gebaseerd op onderzoeksresultaten van calamiteiten (zoals de Amoco Cadiz ramp) en expert-judgement t.a.v. waarschijnlijke contaminatie & lotgevallen van olie op de kust en algemene gevoeligheid en herstel van biologische productiviteit	Gevoeligheid (S) wordt voor 3 karakteristieke (weegfactor 1) of sleutelsoorten (w.f. 2) per biotoop bepaald als $S = I \times R^2$ (I= intolerantie, R = populatieherstel) en dan voor de 3 soorten opgeteld. Voor I bestaat omvangrijke literatuur uit effectenstudies, R is indirect uit auto-ecologische kennis af te leiden en op basis van expert-judgement. I is ook afhankelijk van sterkte verstoring (onbruikbaar). S wordt genormaliseerd tot een waarde tussen 0 en 100.
Criteria voor gevoeligheid	Semi-kwantitatief in klassen sediment: -soort sediment -soort substraat benthos: -fysiologische gevoeligheid -ecologische gevoeligheid -belang voor afbraak org. materiaal -belang als voedselbron -geografische isolatie -verspreidingspotentieel -reproductiesnelheid -(en economische waarde voor vis en garnalen). vogels: -broedvogelbestand -bestand foeragerende vogels -bestand ruiende vogels -voorkomen zeehonden kweldervegetatie: -gevoeligheid soorten -gevoeligheid levensgemeenschappen (berekend uit soorten)	Kwalitatief op basis van: -soort substraat -blootstelling van habitat aan het getij -helling van de kust -penetratie en persistentie van de olie -impact op biologische productiviteit -ecologische herstelsnelheid	Intolerantie I op basis van: -verstoringfactor (soort verstoring, intensiteit, frequentie, duur en ruimtelijke verdeling) -soort (contactkans die bepaald wordt door mobiliteit, voedingsmechanisme, habitatvoorkeur en groeistructuur; fysische, toxicologische & ecologische gevoeligheid, aard van het effect) -locale omstandigheden en seizoen Herstelbaarheid R op basis van: -aanwas ('recruitment') met weegfactor 8 -herkolonisatie met w.f. 1 -regeneratie (bij zeesterren e.d.) met w.f. 1

Tabel 3.1: (vervolg)

	Sensitivitätsraster	Environmental Sensivity Index (ESI)	SensMaps
<i>Kaarten</i>			
Soort ecologische gevoeligheidskaarten	64 gevoeligheidskaarten (1:25.000) van de Waddenzee met sediment-benthoskaarten, vogelkaarten, viskaarten (en een combinatie van deze drie) voor verschillende perioden c.q. jaargetijden (ook digitaal), voor kwelders gebaseerd op planten v.h. supralitoraal; kartering met gevoeligheidsschaal van 1-10.	Gevoeligheidskaarten voor de gehele kust van V.S. (1:25.000 t/m 1:250.000), is/wordt naar GIS vertaald; geen seizoenverschillen	GIS kaarten op basis van eigen instellingen via de computer te genereren. Men kan dus zelf het soort kaart uitkiezen wat betreft verstoring en aggregatieniveau (biotopen of hoger). Ook kan de schaal worden ingezoomd.
Type gevoeligheidsschaal	Gestandaardiseerde schaal in 4 gevoeligheidsklassen gebaseerd op additie van de geaggregeerde gevoeligheids-indices voor verschillende ecologische groepen	ESI schaal 1-10, met subklassen A, B,...(± 70 typen speciale symbolen)	Gevoeligheidsschaal van 0-5, zo men wil per soort, biotoop biotoopcomplex of groep levensvormen en per soort verstoring of voor meerdere verstoringen samen.
Resolutie	Zeér fijn, 1x1 km; tijdsresolutie: maandelijks (bodemalgen), 3 seizoenen (vogels), jaarlijks (macrobenthos)	Vrij gedetailleerd; kaart schaal 1:25.000	Hoog, geen tijdsresolutie.
<i>Evaluatie</i>			
Voordelen	-maximaal gebruik van biologische monitoringsgegevens, dus zeer locatiespecifiek -hoge resolutie -er wordt goed rekening gehouden met de seizoenen -gevoeligheidskaarten gekoppeld aan databestanden in WaDaBa (Waddenzee-database), RESY (stoffendatabase) en REMUS (risicoinschatting en rampenmanagement-systeem, zie informatie boven).	-relatief simpel, helder en inzichtelijk systeem en duidelijke kaarten -wordt overal ter wereld toegepast voor kustzones (internationale uniformiteit) -gebaseerd op ervaring na olierampen	-goed gebruik van habitat- en biologische monitoringsgegevens, dus vrij locatiespecifiek -betrouwbaarheid onderliggende gegevens is achterhaalbaar -kaarten zowel te baseren op soort- als biotoopinventarisaties -gevoeligheden voor zeer diverse soorten verstoring kunnen samen maar ook apart worden weergegeven -via GIS systeem kan men zelf het soort kaart uitkiezen wat betreft verstoring en aggregatieniveau (biotopen of hoger)
Nadelen	-om het systeem voor andere (groepen) stoffen dan olie geschikt te maken moeten alle klassenindelingen en factoren per stof of stofgroep opnieuw bepaald worden voor alle gebruikte ecologische elementen -(uniforme) monitorings- en inventarisatiegegevens moeten eventueel opnieuw verzameld worden voor het hele NCP (per seizoen!) -veel auto-ecologische gegevens nodig (reproductietijd, belang als voedselbron, verspreidingsnelheid etc.) voor veel soorten	-indeling alleen gebaseerd op type kust en, voor zover kon worden nagegaan, niet op gevoeligheid van aangetroffen biota ter plekke -om het systeem voor andere (groepen) stoffen dan olie geschikt te maken moeten alle klassenindelingen (per stof of stofgroep) opnieuw bepaald worden en geschikt gemaakt voor open zee (NCP)	-om het systeem voor meerdere soorten stoffen geschikt te maken moet I opnieuw bepaald worden voor nog te kiezen sleutelsoorten open zee (NCP) -alleen toegepast op kustgebieden -gevoeligheid alleen op basis van benthos -geen differentiatie per seizoen -voor ecotoxicologen nogal afwijkende terminologie en benadering --veel auto-ecologische gegevens nodig en beeld van belangrijkste soorten per biotoop.
Benadering geschikt voor NCP?	In principe wel, maar toepassing zou zeer arbeidsintensief zijn m.b.t. verzamelen en ordenen van gegevens; wel makkelijker toe te passen op Nederlands Waddengebied. Vooral geschikt voor prioritering opruimacties olie.	Dit zou grote aanpassingen vereisen; mogelijk wel geschikt voor kustzone, maar veel van de gehanteerde kusttypen komen in Nederland niet voor. Geschikt voor beslissingen omtrent bestrijding én prioritering opruimacties olie.	In principe wel, maar toepassing zou redelijk arbeidsintensief zijn m.b.t. verzamelen en ordenen van gegevens

van het Waddengebied zichtbaar worden gemaakt. Meer details over deze berekening staan in Tabel 3.1.

Soort Kaarten

Er zijn aparte kaarten voor sedimentkarakteristieken, benthos, vogels & zeehonden, vis & garnalen en kwelderplanten. De gevoeligheidsindices voor deze groepen kunnen echter ook weer worden geïntegreerd tot overkoepelende indices. Zo worden gevoeligheidsrasterkaarten geconstrueerd op een steeds hoger ecologisch aggregatieniveau, bijvoorbeeld de kaart voor sediment-benthos-vogels. Ook zijn er kaarten voor verschillende seizoenen. Uiteindelijk zijn er 64 overkoepelende deelkaarten van het gebied gemaakt met een schaal van 1:25.000. De kaarten zijn op internet te vinden (adres in Tabel 3.1). Een aantal kaarten met een grotere schaal is te vinden in het rapport van Van Bernem *et al.* (1994). Het systeem is gekoppeld aan een drietal databases: voor monitoring (WADABA), stoffen (RESY) en milieumanagement (REMUS). De laatste twee zijn nog in ontwikkeling.

Voor- & nadelen

Duidelijke voordelen van de sensitivitätsraster zijn dat ze direct zijn gebaseerd op monitoringsgegevens, dat ze een zeer hoge resolutie hebben (en dus zeer locatiespecifiek de gevoeligheid aangeven) en dat er nadrukkelijk rekening wordt gehouden met de seizoenen. Een aantal van deze voordelen kunnen echter ook uitgelegd worden als nadelen. Het opzetten van de systematiek vergt een zeer grote (extra) monitoringsinspanning en het is de vraag of een dergelijk hoge resolutie (vakken van ongeveer 1 km²) bruikbare informatie oplevert bij grotere calamiteiten. Bij een zeer grote olievlek bijvoorbeeld kan men moeilijk beslissen om voor de ene kilometer kust wel te bestrijden en voor de nadere kilometer niet. In het geval van aanspoelen van olie in het Waddengebied kan men op basis van deze kaarten overigens wel goed de locaties prioriteren die men het eerste moet schoonmaken. Een ander nadeel vanuit de optiek van de doelstelling van dit rapport is dat de methode slechts bruikbaar is voor olie en nog niet op de open Noordzee of de kustzone is toegepast.

3.2. Environmental Sensitivity Index (ESI)

Een methode voor het karteren van de gevoeligheid van kustzones voor olievervuiling is de Environmental Sensitivity Index (ESI) methode. Deze is allereerst opgezet als de Coastal Vulnerability Index aan de hand van veldonderzoek na de ramp met de tanker Amoco Cadiz in Bretagne (Tortell, 1992). Later is deze methode verder ontwikkeld door de Amerikaanse National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2002) en overgenomen door de International Maritime Organization van de Verenigde Naties, de International Petroleum Industry Environmental Association (IMO/IPIEA, ongedateerd) en de milieubeschermingsorganisatie van de V.N. (UNEP). De methode is inmiddels in tal van landen en regio's toegepast, onder meer in

Noord-Amerika, Australië, Nieuw-Zeeland, Groenland, zuidelijk Afrika en Mauritius.

Benaderingswijze

De ESI-methode behelst een klassenindeling van kusthabitats in zo'n 10 hoofdklassen en 28 subklassen. Ieder hoofdklasse staat voor een bepaalde gevoeligheid voor olieverontreiniging en deze kunnen met kleuren en invulpatronen op een kaart worden aangegeven. De habitatklassen lopen uiteen van kale rotskusten tot mangrovegebieden. Belangrijk voor de indeling zijn de blootstelling van het gebied aan golf- en getijdenwerking (de z.g. geëxponeerdheid; op rotskusten met zware golven blijft minder lang olie achter), de helling van de kust, penetratie en persistentie van olie in het substraat, effecten op de biologische productiviteit en de ecologische herstelsnelheid. Naast historische onderzoek (Amoco Cadiz) dat aan de indeling ten grondslag ligt, is de (uitgebreidere) indeling ook gebaseerd op expert-judgement.

Soort kaarten

De schalen van de diverse kaarten van kusten die met de ESI methode zijn gemaakt lopen uiteen van 1:25.000 tot 1:250.000. De kaarten maken geen onderscheid tussen seizoenen, maar in sommige gevallen wordt op de achterkant van de (geplastificeerde) kaarten informatie verstrekt over het voorkomen van belangrijke of gevoelige soorten in bepaalde kalender maanden (zie het voorbeeld van de baai van San Diego in het rapport van Visser, 2002). Opvallend aan deze kaarten is verder het gebruik van speciale symbolen om belangrijke locaties en objecten aan te geven. Hierin worden twee categorieën onderscheiden: belangrijke plaatsen vanuit ecologisch of natuurhistorisch perspectief (vogelbroedkolonies, schelpdierlocaties, etc.) en plaatsen/objecten die van bijzonder belang zijn voor gebruik door mensen (bijvoorbeeld aquacultuur, haveninfrastructuur en historische locaties). Een voorbeeld van deze symbolen wordt gegeven door Visser (2002).

Voor- & nadelen

De voordelen van de ESI-kaarten zijn vooral hun helderheid en inzichtelijkheid. Bovendien kwam de klassenindeling van de gevoeligheden voor een belangrijk deel tot stand op basis van empirisch onderzoek na rampen. Een ander voordeel is de relatief hoge mate van internationale standaardisatie.

Een nadeel is dat de indeling van de habitats niet seizoensafhankelijk is, terwijl het zeker denkbaar is dat er gedurende het jaar verschuivingen op kunnen treden in de gevoeligheid van habitats ten opzichte van elkaar. Men dient zich verder af te vragen of de gebruikte indeling in habitats voldoende differentiërend zal zijn voor de Nederlandse kust. Waarschijnlijk komen hier veel minder habitats voor dan in de genoemde landen. Ook geldt voor deze systematiek weer dat ze tot op heden alleen gebruikt wordt voor olievervuiling en de kustzone, dus niet voor andere stoffen en de open zee.

3.3. SensMaps (MarLIN)

Benaderingswijze & soort kaarten

In Groot Brittannië en Ierland is door diverse instanties gewerkt aan ecologische gevoeligheidskaarten voor de kust (inclusief ondiepe wateren) voor een groot aantal soorten verstoringen door menselijk handelen, waaronder visserij, zandonttrekking en ook diverse verontreinigingen. Het gaat om een zeer grootschalig samenwerkingsverband, eerst onder de vlag van een interregionaal project (INTERREG) tussen Wales en zuidelijk Ierland (McMath *et al.*, 2000) en thans voor heel Groot Brittannië in het kader van het MarLIN programma (zie website, adres in Tabel 3.1). De ontwikkeling van de systematiek is nog volop in gang, waarbij een GIS wordt ingezet op basis van een zeer omvangrijk stelsel van verschillende databases. MarLIN wordt door de makers ook gezien als een stuk gereedschap bij het bepalen van de ecologische status ten behoeve van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW).

De SensMap-kaarten uit INTERREG hebben als basis het soort kustbiotoop dat op een bepaalde plek wordt aangetroffen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van monitoringsgegevens. De biotopen worden gekarakteriseerd aan de hand van benthos. Per biotoop worden drie sleutel- of anderszins karakteristieke soorten ingedeeld in één van drie gevoeligheidscategorieën gebaseerd op het waarderingssysteem van McDonald (1996) voor visserij-effecten. De gevoeligheid wordt berekend als het product van de zogenaamde 'intolerantie' en de herstelbaarheid in het kwadraat (R^2) en ingedeeld in 6 klassen die met kleuren op kaarten worden weergegeven. De intolerantie van een soort staat in feite voor de gevoeligheid voor een bepaalde verstoringfactor. De intolerantie en herstelbaarheid worden per indicatorsoort en per verstoring op een schaal van 1 tot 100 vastgesteld op basis expert-judgement aan de hand van duidelijke auto-ecologische informatie. Hiertoe zijn in het kader van MarLIN recent uitgebreide flowschema's ontwikkeld. Via speciale rekenregels en met behulp van weegfactoren kan uit de gevoeligheid van de geselecteerde individuele soorten de gevoeligheid van de biotopen worden afgeleid. Deze informatie kan verder worden geëxtrapoleerd tot op het niveau van 'biotoop-complexen' en bijvoorbeeld levensvormen (b.v. alle op rotsen vastzittende dieren).

De methode omvat niet alleen verontreiniging, maar allerlei soorten verstoringen. Menselijke activiteiten die effecten op het milieu kunnen hebben worden opgedeeld in primaire activiteiten zoals 'exploitatie van natuurlijke hulpbronnen' of 'dumpen van afval'. Deze activiteiten worden verder ingedeeld in secundaire en tertiaire activiteiten. Naast deze activiteiten is een uitgebreide lijst met verstoringfactoren opgesteld, ook weer uitgesplitst naar primaire, secundaire en tertiare factoren. Deze factoren vloeien voort uit de menselijke activiteiten. Een primaire factor is bijvoorbeeld 'veranderingen in milieukwaliteit'. Daar kan een secundaire factor als 'metalen' bijhoren en een tertiare factor als bijvoorbeeld 'cadmium'.

Meer informatie over de (reken)methode is te vinden in Tabel 3.1 en in de betreffende rapporten.

Voor- & nadelen

Grote voordelen van de Brits-Ierse SensMaps zijn onder andere de achterhaalbaarheid van de onderliggende gegevens, de verschillende ecologische aggregatieniveaus waarvoor m.b.v. GIS kaarten kunnen worden geproduceerd en het enorme onderscheidende vermogen (er zijn reeds zo'n 150 soorten kustbiotopen in MarLin omschreven). Bovenal is het, in tegenstelling tot de twee eerder beschreven methoden, een methodiek die vanwege de talrijke verdisconteerde verstoringfactoren kan worden toegepast om effecten van allerlei soorten menselijke verstoringen inzichtelijk te maken. Zo kan ze bijvoorbeeld ook worden gebruikt bij het uitwerken van verschillende scenario's op het gebied van ruimtelijke planning. In Nederland zou zo'n systeem dus ook bruikbaar zijn bij zaken als zandsuppletie, een windmolenpark in zee, enz. De omvang het systeem kan tevens een nadeel zijn. Indien de methode geschikt gemaakt moet worden voor het NCP, zou nog zeer veel ecologische informatie verzameld, gerangschikt en verwerkt moeten worden. Daarnaast kan kritiek worden geleverd op het feit dat de biotopen worden gekarakteriseerd aan de hand van slechts drie (benthische) soorten. Chemische verstoringfactoren die tijdens het INTERREG programma zijn verwerkt betreffen verschillende categorieën olie en daarnaast enkele veel gebruikte landbouwbestrijdingsmiddelen en een aantal persistente prioriteitsstoffen (PCB's e.d.). Behalve olie zijn dit waarschijnlijk geen stoffen die veel over zee worden vervoerd.

4. Evaluatie bestaande methoden

In het voorgaande hoofdstuk is reeds kort ingegaan op de voor- en nadelen van de belangrijkste bestaande methoden. Hier worden dezelfde drie methoden getoetst aan criteria die zijn afgeleid voor toepassing van deze methodieken op het NCP en de kustzone met de in hoofdstuk 1 beschreven doelstellingen in het achterhoofd. Deze criteria zijn overwegend inhoudelijk van aard. De praktische overwegingen zoals de hoeveelheid inspanning en de kosten voor het opzetten van geschikte methoden komen verder in hoofdstuk 9 aan bod.

4.1. Criteria

Ten behoeve van de evaluatie van de methoden om gevoeligheidskaarten te maken zijn vijf categorieën criteria onderscheiden.

- *Fysisch/chemisch realisme*
Hieronder wordt verstaan in hoeverre het gedrag en het lot van de stof betrokken zijn bij het maken van de kaarten en of er gebruik wordt gemaakt van (modelmatig voorspelde) concentraties in het zeemilieu. Ook van belang om te weten is of de methode kan worden gebruikt voor meerdere (groepen) stoffen.
- *Toxicologisch realisme*
Met toxicologisch realisme wordt onder meer bedoeld of er rekening wordt gehouden met verschillende blootstellingsscenario's van organismen (bijvoorbeeld via voedsel en sediment gecombineerd; al dan geen bioaccumulatie), of er gebruik is gemaakt van (simpele) dosis-effect relaties (vrijkomen van stoffen leidt niet perse tot schadelijke concentraties in het milieu), de termijn waarop effecten worden veroorzaakt (acuut, binnen enkele uren of dagen, versus chronisch, pas op termijn van meerdere weken) en of er op enigerlei wijze rekening wordt gehouden met de verschillende werkingsmechanismen van verschillende stoffen.
- *Ecologisch realisme*
Onder ecologisch realisme kan een heel scala van zaken worden geschaard die al dan niet in een methode voor gevoeligheidskaarten kunnen worden verwerkt: de hoeveelheid soorten, biotopen of habitats waar de methode op van toepassing is, het herstellvermogen van soorten en/of

ecosystemen, seizoensinvloeden, ecologische interacties en functies, en de natuurwaarde van een gebied.

- *Soort kaarten en gebruik van databases*

Kaarten kunnen worden beoordeeld op hun resolutie, inzichtelijkheid (vooral voor bestrijders van calamiteiten) en op in hoeverre het mogelijk is om tegelijkertijd over meer of minder gedetailleerde kaarten te beschikken ('geografisch in- en uitzoomen', bijvoorbeeld via GIS). Daarnaast is het gunstig als de achterliggende data toegankelijk zijn, bij voorkeur via databases (gekoppelde databases vergemakkelijken het updaten van de systematiek, bijvoorbeeld met recente monitoringsgegevens).

- *Toepasbaarheid*

Onder het kopje toepasbaarheid kunnen de kenmerken van de systematieken worden geschaard die toepassing binnen de verschillende mariene zones in Nederland (NCP, kustzone, Waddengebied en Deltagebied) al dan niet mogelijk maken. Ook wordt bekeken of de methoden goed aansluiten bij (inter)nationale regelgeving en in hoeverre de methode internationaal gestandaardiseerd is.

4.2. Toetsing

In Tabel 4.1 worden de Sensitivitätsraster, de ESI en de Britse SensMaps getoetst aan de beschreven criteria. De mate waarin de methoden voldoen aan de deelcriteria wordt gewaardeerd met +/- symbolen en hieraan worden punten toegekend. Zo kan een globale indruk van de score (in procenten van het maximum) per categorie criteria worden berekend. De waardering is opgesteld op basis van hetgeen beschreven is in Hoofdstuk 3 (Tabel 3.1) en op de indrukken van de auteurs, dus ten dele subjectief. Ze dient vooral om latere afwegingen inzichtelijk te maken. Er is geen uitputtende inventarisatie aan voorafgegaan.

De inhoudelijke toetsing laat soms flinke verschillen tussen de methoden zien. Hierbij dient men zich echter te realiseren dat de drie methoden met uiteenlopende doelstellingen en ambitieniveaus zijn opgezet. Deze komen niet altijd overeen met die van het voorliggende rapport. De overkoepelende gemiddelde score weerspiegelt min of meer de uitgebreidheid van de verschillende methoden en bijbehorende projecten. Aan de Sensitivitätsraster en de SensMaps zijn jaren werk vooraf gegaan en deze projecten lopen nog steeds. Deze scores hoog in ecologisch realisme en uitgebreidheid van de kaarten/databases. De ESI is een simpelere, internationale methode die veel meer op de calamiteitenbestrijding is gericht. Deze scoort derhalve wel goed op inzichtelijkheid en internationale standaardisatie.

Tabel 4.1: Globale inhoudelijke toetsing van de belangrijkste reeds bestaande methodieken voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten in het kader de ontwikkeling van dergelijke kaarten voor het NCP en de Nederlandse kustzone.

Criteria	Sensitivitäts-raster	ESI	SensMaps (INTERREG)
<i>Fysisch/chemisch realisme</i>			
Diversiteit aan stoffen?	-	-	+
Gedrag, lot & verspreiding verdisconteerd?	±	±	±
(Voorspelde) concentratieniveaus?	-	±	+
Gemiddelde score (% van max.):	11	22	56
<i>Toxicologisch realisme</i>			
Blootstellingsscenario('s)?	-	-	-
Werkingsmechanisme?	±	±	+
Dosis-effect relaties?	-	-	-
Chronische/lange-termijn effecten?	±	+	±
Bioaccumulatie/doorvergiftiging?	±	±	±
Gemiddelde score (% van max.):	20	20	27
<i>Ecologisch realisme</i>			
Diversiteit (groepen) soorten?	++	±	-
Diversiteit biotopen/habitats?	±	-	++
Gebruik monitoringsgegevens?	++	±	+
Seizoensinvloeden?	+	±	-
Ecologisch in- en uitzoomen?	++	-	++
Ecologische relaties?	-	-	-
Ecologisch herstelvermogen?	±	+	++
Ecologische functies?	-	-	-
Natuurwaarde?	-	+	-
Gemiddelde score (% van max.):	48	26	41
<i>Kaarten/databases</i>			
Resolutie	++	±	++
Geografisch in- en uitzoomen?	+	-	++
Inzichtelijkheid voor bestrijders	±	++	±
GIS?	+	-	+
Achterhaalbaarheid gegevens	+	-	++
Koppeling aan databases?	+	-	++
Gemiddelde score (% van max.):	67	22	83
<i>Toepasbaarheid</i>			
Internationale standaardisatie?	-	++	+
Aansluiting bij (inter)nationale regelgeving	-	-	+
Direct toepasbaar op NCP?	-	-	-
Direct toepasbaar op kustzone?	-	+	++
Direct toepasbaar in Delta & Waddengebied?	++	±	±
Toepassing voor andere doeleinden?	±	-	++
Gemiddelde score (% van max.):	22	33	61
Overall gemiddelde score (%):	34	25	54
++ zeer goed (3 pnt.) + goed (2 pnt.) ± matig (1 pnt.) - slecht (0 pnt.)			

4.3. Overeenkomsten & tekortkomingen

Uit Hoofdstuk 3 en de vorige paragrafen kan worden afgeleid dat de verst ontwikkelde benaderingswijzen voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten allen vrij top-down van aard zijn. Zij gaan uit van habitats en/of biotopen waarvan de gevoeligheid hiervan wordt bepaald door de samenstelling van de ecologische componenten hierin. Dit verklaart mogelijk ook meteen waarom alle drie de methodes relatief laag scoren op fysisch-chemisch en toxicologisch realisme zoals dat in de voorgaande paragraaf is gedefinieerd. Er zijn geen methoden waarin gedrag, lotgevallen en toxische eigenschappen van stoffen op uitgebreide wijze verdisconteerd worden. Dit is misschien minder relevant voor methoden die alleen voor olievervuiling bedoeld zijn (Sensitivitätsraster en ESI), maar is wel belangrijk als men in principe ecologische gevoeligheidskaarten wil maken voor alle op zee vervoerde chemicaliën, die natuurlijk zeer uiteenlopende gedragingen en effecten vertonen.

Bij geen van de kaarten lijkt van tevoren expliciet rekening te zijn gehouden met beschikbare bestrijdingsstrategieën (in het geval van olie bijvoorbeeld dispergeren, de kust afzetten, etc.). De ESI-kaarten komen het meest in de richting van kaarten voor bestrijders omdat daar met name ook speciale objecten en gebieden op worden aangegeven. Alle typen kaarten lijken echter goed bruikbaar bij opruimacties, met name van olie.

Voorts valt op dat alle drie de methoden redelijk goed scoren op ecologisch realisme, zeker de Sensitivitätsraster en de Brits-Ierse SensMaps. Er wordt bij alle methoden uitgegaan van locatiegegevens zoals aanwezige habitats, biotopen of gemeenschappen van soorten. Hierbij worden soms ook monitoringsgegevens betrokken. Voor het bepalen van de gevoeligheden wordt op diverse wijzen teruggегреpen op auto-ecologische gegevens van biota. Het meest expliciet hierin is de SensMaps benadering. Echter, het verwerken van deze gegevens geschiedt gedeeltelijk subjectief, namelijk op basis van expert-judgement door middel van bijvoorbeeld de bepaling van weegfactoren en klassenindelingen of door de methode te baseren op een beperkt aantal geselecteerde soorten.

De meest uitgebreide systemen, de Sensitivitätsraster en de SensMaps, passen een hiërarchische opbouw van het kaartensysteem toe, van soorten naar groepen soorten en vervolgens naar biotopen/habitats. Doordat deze systemen al gedeeltelijk en in de toekomst volledig in een GIS zijn ondergebracht, ontstaat de mogelijkheid om gebruik te maken van kaarten op verschillende ecologische aggregatieniveaus en dus al het ware ecologisch in- en uit te zoomen. Het gebruik van GIS brengt ook met zich mee dat men op de computer eenvoudig geografisch in- en uit kan zoomen en dat er een transparante koppeling tot stand wordt gebracht met de onderliggende databases (zie ook in Hoofdstuk 6). Bij de Sensitivitätsraster en SensMaps is echter wel sprake van zeer grootschalige en

langdurige (> 5 jaar) projecten om deze methoden op te zetten en te operationaliseren.

Samenvattend kan gesteld worden dat er eigenlijk nog geen integrale aanpak of methode is ontwikkeld die geldt voor alle soorten stoffen en alle dier- en plantengroepen en die gebruik maakt van alle relevante factoren. Tot nu toe is kwetsbaarheid cq. ecologische gevoeligheid vooral uitgewerkt met de nadruk op olieverontreinigingen (de Brits-Ierse SensMaps zijn de uitzondering). De hier gebruikte toetsingscriteria bepalen ook min of meer de inhoudelijke randvoorwaarden waaraan de uiteindelijke gevoeligheidskaarten bij voorkeur moeten voldoen.

5. Beschikbaarheid van gegevens & kaartmateriaal

5.1. Gegevens over stoffen

Bij een calamiteit is het zaak om zo snel mogelijk inzicht te krijgen in het gedrag en de giftigheid van de geloosde stoffen. Pijnenburg (2002) heeft een handleiding opgesteld voor het opzoeken van gegevens die direct nodig zijn wanneer er een melding komt van een calamiteit met chemische stoffen.

Om het gedrag van stoffen in te schatten wil men eigenschappen weten als dampspanning, oplosbaarheid, relatieve dichtheid en hydrofobiciteit. Qua ecotoxicologische informatie zou men het liefst willen beschikken over gegevens voor meerdere soorten van verschillende taxonomische niveaus, maar ook informatie willen verkrijgen over het werkingsmechanisme van de stof en over drempelwaarden voor (ecologische) effecten.

Informatiebronnen

In het kader van dit rapport is in aanvulling op Pijnenburg (2002) nog kort gekeken naar de beschikbare databases en internetadressen waar dit soort informatie te vinden is. De resultaten hiervan worden samengevat in Bijlage 1. In het algemeen kan gesteld worden dat over de fysische en chemische eigenschappen van stoffen veel bekend is en dat deze informatie relatief snel te vinden moet zijn in diverse databases. Ecotoxicologische informatie is echter voor veel chemische stoffen niet eenvoudig te achterhalen. Indien deze informatie al bestaat, zal men er veel langer naar moeten zoeken en in diverse bronnen.

Uit de korte inventarisatie (Bijlage 1) kwam naar voren dat de HDSB-database mogelijk een goede ingang biedt voor een eerste screening omdat deze vrij volledig is en zowel gegevens bevat over de fysisch/chemische als de ecotoxicologische eigenschappen. Bovendien is de verspreiding van de stoffen in het milieu er in te vinden.

5.2. Ecologische gegevens

Voor de vervaardiging van gevoeligheidskaarten is ecologische basisinformatie over het NCP en de kustzone nodig. In deze paragraaf wordt de beschikbare informatie geïnventariseerd en gewaardeerd ten aanzien van de bruikbaarheid voor gevoeligheidskaarten. Uitgangspunten hiervoor zijn een zestal beoordelingscriteria. Voorts wordt met twee klassen aangegeven wat de herkomst is van de data. De resultaten van deze analyses zijn samengevat in Tabel 5.1 en Tabel 5.2.

Het gepresenteerde overzicht is misschien niet 100% volledig maar omvat wel alle belangrijke ecosysteemcomponenten en bijna alle biomonitoringsprogramma's die volgens gestandaardiseerde methodes op het NCP zijn uitgevoerd (zie ook Bijlage 2). Een deel van deze informatie omvat het gehele NCP of zelfs de hele Noordzee terwijl andere informatie zich tot bepaalde gebieden beperkt. Het gebied van de Westerschelde en Oosterschelde blijft gezien de vraagstelling van de huidige studie buiten beschouwing.

Classificatie van
ecologische informatie en
kaartmateriaal

De beschikbare informatie is in twee klassen onder te verdelen (de genoemde referentienummers in de volgende tekst hebben betrekking op de Tabel 5.1):

I. Ecologische basisinformatie (ruwe data, primaire bronnen)

Een groot deel van de beschikbare gegevens (gegevensbronnen 1 t/m 28 in Tabel 5.1) bestaat uit ruwe monitoringsgegevens van de in zee levende dieren- en plantengroepen (fytoplankton, macrobenthos, vissen, vogels en zoogdieren). Het gaat om informatie op soortniveau, op het niveau van hogere taxonomische eenheden en gemeenschapsniveau. Voor sommige groepen zijn deze ecologische basisdata over een langere periode in de vorm van atlassen samengevat zoals b.v. de macrozoöbenthosatlas (gegevensbron 12).

II. Uit de primaire bronnen afgeleide gegevens

Het gaat hier weliswaar om van de primaire bronnen afgeleide gegevens, maar dan vaak met een vertaalslag naar het beleid. Voorbeelden van deze gegevens zijn ecotopenkaarten (gegevensbron 29 op basis van primaire data over waterdiepte en sedimentsamenstelling) en kaarten van de primaire productie (gegevensbron 1 op basis van metingen chlorofylgehaltes en modelberekeningen). Verder zijn er de geïntegreerde natuurwaardekaarten (gegevensbron 30) en kaarten van de verspreiding van visserij-intensiteit (gegevensbron 31).

Vorm en resolutie van het
kaartmateriaal

Voor bijna alle in Tabel 5.1 genoemde monitoringsprogramma's worden de resultaten ook in de vorm van kaarten gepresenteerd. Door de specifieke doelstellingen en achtergronden van de monitorprogramma's verschilt de vorm van deze kaarten sterk. In sommige gevallen wordt aanvullende informatie gegeven over de topografische projectie, precieze locatie van monsterpunten, interpolatiemethode of smoothingtechnieken. Tabel 5.1 noemt bij sommige monitoringsprogramma's de resolutie van de kaarten. Door de toepassing van interpolatietechnieken bij het maken van

Tabel 5.1: Beschikbare ecologische informatie over het NCP op basis van lopende of afgesloten monitoringsprogramma's en rapporten (gegevensbronnen nr. 1-31).

Nr.	Monitorings-programma	Taxon/doelgroep	Gebied/ monster-locatie/resolutie	Bron	Uitvoerende instantie	Periode
<i>Fytoplankton</i>						
1	Primaire productie door planktonalgen		NCP en Noordzee	ICONA, 1992	Verschillende bronnen;	1987
2	Project Algenbloei	planktonalgen	NCP en diepe kust (ca 10 locaties)	Verschillende bronnen	RWS Dir. Noordzee	lopend t/m 2002
3	MONISNEL	planktonalgen	NCP	Verschillende bronnen	RWS Dir. Noordzee	lopend t/m 2002
4	BIOMON Algen	planktonalgen	NCP (17 monsterpunten in raaien op de kust)	Verschillende bronnen	RWS RIKZ-Middelburg	lopend t/m 2003
<i>Benthos</i>						
5	BIOMON zoöbenthos	macrobenthos	NCP, 100 monsterlocaties	Daan & Mulder, 2003	NIOZ	1991- heden (sinds 1995 met veranderde opzet)
6	MILZON I	macrobenthos, meiobenthos	Nederlandse kust, 420 monsterlocaties (279 voor meiofauna)	van Scheppingen & Groenewold, 1990	NIOZ	1988, 1989
7	MILZON II	macrobenthos, meiobenthos	85 monsterlocaties offshore NCP (Oestergronden, Friese Front)+ 82 Brouwne Bank, Broad Fourteens)	Holtmann & Groenewold, 1992; Holtmann & Groenewold, 1994	NIOZ	1992, 1993
8	ICES synoptic survey	macrobenthos, meiobenthos	Hele Noordzee (38 monsterlocaties op NCP, 70 monsterlocaties door Nederland bemonsterd)	Duineveld et al., 1990	NIOZ	1986
9	Voordelta BIOMON	macrobenthos, (meiobenthos in 1985)	Voordelta	Craeymeersch et al., 1990	NIOO-CEMO	1985
10	Atlas Zoöbenthos Dutch Continental Shelf	macrobenthos, meiobenthos	NCP (overzicht op basis van alle BIOMON-data t/m 1995)	Holtmann et al., 1996		Verschillende datasets t/m 1994
11	Verspreiding van OBM-gevoelige macrobenthossoorten in de Noordzee	Macrozoö-benthos	NCP (op basis van ICES synoptic survey)	Bergman & Duineveld, 1990	NIOZ	1990 (data 1986)
12	Karakteristieke levensgemeenschappen van het NCP	Macrozoö-benthos	NCP (op basis van BIOMON-data)	Lavaleye, 2000; Lavaleye et al., 2000	NIOZ	2000 (data 1995-1998)
13	Spisula survey	Soort: <i>Spisula subtruncata</i> en enkele andere soorten	kustgebied	Leopold, 1996 (recente RIVO rapporten)	RIVO-Yerseke, contact: J. Craeymeersch	1995- heden
14	RIACON	macrobenthos	Kust Terschelling	Van Dalfsen & Essink, 1997	RIKZ	onderzoek 1993/94

Tabel 5.1: (vervolg)

Nr.	Monitorings - programma	Taxon/ doelgroep	Gebied/ monster- locatie/resolutie	Bron	Uitvoerende instantie	Periode
<i>Epibenthos en vissen</i>						
15	Monitoring biodiversity epibenthos & demersal fish	epibenthos (456 soorten) & bodemvis (64 soorten)	Hele Noordzee (38 monsterlocaties op NCP, in het kader van IBTS= international bottom trawl survey, zie beneden)	Zühlke et al., 2001	RIVO (I. de Boois)	2000
16	Distribution of megafauna (benthos larger 10 mm) in Dutch sector North Sea	zoöbenthos (26 soorten) & bodemvis (>60 soorten)	NCP (op 60 van de 100 monsterlocaties van BIOMON)	Bergman et al., 1998	NIOZ	1997-1998
<i>Vissen</i>						
17	Atlas of North Sea Fishes	vissen	NCP en Noordzee	Knijn et al., 1993	RIVO	1985-1987
18	IBTS (International bottom trawl survey)	vissen	NCP en Noordzee (30x30 mijl vakken, resolutie van 10x10 mijlen mogelijk)	Daan, 2000 (kaarten te maken op aanvraag)	RIVO	1965-heden
19	IHAS North Sea Herring International Acoustic survey	pelagische vischolen	NCP en hele Noordzee (hoge resolutie)	Daan, 2000 (kaarten te maken op aanvraag)	RIVO	1991-heden
20	IHLS International herring larvae survey	vislarven	NCP en hele Noordzee	Daan, 2000 (kaarten te maken op aanvraag)	RIVO	1991-heden
21	BTS (Beam trawl survey)	bodemvissen	NCP en aansluitende gebieden (30x30 mijl vakken)	Daan, 2000 (kaarten te maken op aanvraag)	RIVO	1985-heden (1996 uitgebreid)
22	DFS (=DYFS, demersal young fish survey)	juvenile bodemvissen & garnalen	hele kustgebied zuidelijke Noordzee (Waddenzee, Westerschelde, Voordelta)	Daan, 2000 (kaarten te maken op aanvraag)	RIVO	1970-heden
<i>Vogels</i>						
23	Atlas of Seabirds in the southern North Sea	zeevogels	NCP en aansluitende gebieden	Camphuysen & Leopold, 1994	NIOZ	1985-1993
24	Atlas of Seabirds in the southern North Sea	zeevogels	NCP en aansluitende gebieden	Baptist & Wolf, 1993	RIKZ	Verschillende datasets t/m 1992
25	Ruimtelijk analyse van zeevogels: verspreiding van alk en zeekoet op het NCP	zeevogels	NCP	Berrevoets & Arts, 2001; Arts & Berrevoets, 2002	RIKZ	Verschillende datasets t/m 2001

Tabel 5.1: (vervolg)

Nr.	Monitorings - programma	Taxon/ doelgroep	Gebied/ monster- locatie/resolutie	Bron	Uitvoerende instantie	Periode
<i>Zoogdieren</i>						
26	Zeezoogdieren	zeezoogdieren (zeehonden)	NCP	Brasseur & Fedak, 2003; Reijnders et al., 2003ab	ALTERRA, contact: S. Brasseur & P. Reijnders	informatie t/m 2000, nieuwe programma's lopend
27	Marine Mammal database	zeezoogdieren	NCP en aansluitende gebieden	Digitale database	Nederlandse Zeevogelgroep, contact: C. Camphuysen; NIOZ	1972-heden
28	Zeezoogdieren in ICONA-atlas	walvisachtigen	NCP	ICONA, 1992	in ICONA, 1992 (geactualiseerd)	1984-1990
<i>Overige publicaties</i>						
29	Ecotopenkaart	abiotische habitatparameter	NCP, Waddenzee, Westerschelde	van Horssen et al., 1999	RIKZ	n.v.t.
30	Geïntegreerde natuurwaardenkaart	algen, vissen, bodemdieren, zeevogels, zeezoogdieren	NCP	Van Berkel et al., 2002	verschillende bronnen (zie boven); LNV	n.v.t.
31	Visserij-inspanning	Dichtheden visserij-schepen (boomkortrawler),	NCP en hele Noordzee; resolutie: 3x3 zeemijl	Rijnsdorp et al., 1998	RIVO	1992-heden

de kaarten is het in veel gevallen echter niet mogelijk om de daadwerkelijke resolutie aan te geven. Voor een exacte evaluatie van de kaarteigenschappen en basisdata zou contact moeten worden gezocht met de beheerders van de betreffende databases. Dit was binnen de gegeven tijd van deze oriënterende studie niet mogelijk. Ondanks deze verschillen in vorm zijn in principe alle benodigde data aanwezig om deze (eventueel na verdere bewerking) in een GIS in te voeren.

Criteria voor geschiktheid van de informatiebronnen

Met de volgende criteria zijn de beschikbare data gekwalificeerd:

1. de ruimtelijke dekking van het NCP,
2. de resolutie van het bemonsteringsnet,
3. de weergave van seizoensverschillen,
4. de databeschikbaarheid voor verdere toepassingen,
5. de aansluiting bij naburige Europese zeegebieden en
6. de continuïteit van de programma's.

Voor de verschillende gegevensbronnen wordt voor deze 6 criteria een score geformuleerd:

- 0 pnt., voldoet niet aan criteria;
- ± 1 pnt., voldoet matig;
- + 2 pnt., voldoet goed.

Tabel 5.2: Waardering van de biotische gegevens.

Biotische parameter	Klasse	Bron nr.	Beoordeling volgens criteria						Totale score
			Ruimtelijke dekking	Resolutie	Seizoenspatroon	Beschikbaarheid van data & kaarten	Aansluiting bij EU-landen Noordzee	Duur programma (oud/eenmalig)	
<i>Fytoplankton</i>	II	1	±	±	±	+	±	-	6
	I, II	2	-	-	+	+	-	±	5
	I, II	3	±	-	+	+	+	±	8
<i>Benthos</i>	I	4	+	±	-	+	+	+	9
	I	5	+	+	-	+	±	+	9
	I	6	±	+	-	+	-	-	5
	I	7	±	+	-	+	-	-	5
	I	8	+	±	-	+	+	±	8
	I	9	±	+	-	+	-	-	5
	I, II	10	+	+	-	+	±	-	7
	II	11	+	±	-	+	-	-	5
	II	12	+	+	-	+	±	+	9
	I	13	±	+	-	+	±	-	6
	I, II	14	±	+	-	+	±	-	6
	I	15	+	+	-	+	+	±	9
	I	16	+	+	-	+	-	-	6
<i>Vissen</i>	I, II	17	+	+	+	+	+	+	12
	I	18	+	+	+	+	+	+	12
	I	19	+	+	-	+	+	+	10
	I	20	+	+	+	+	+	+	12
	I	21	+	+	-	+	+	+	10
	I	22	±	+	-	+	+	+	9
<i>Zeevogels</i>	I, II	23	+	±	+	+	±	+	10
	I, II	24	+	±	+	+	±	+	10
	I	25	+	±	+	+	-	+	9
<i>Zeezoogdieren</i>	I	26	+	±	±	n.v.t.	+	+	8
	I	27	+	±	±	+	+	+	10
	I	28	+	±	±	+	+	+	10
<i>Ecotoop/habitat</i>	II	29	+	+	-	+	+	-	8
<i>Natuurwaarden</i>	II	30	+	±	-	+	±	-	6
<i>Visserij</i>	II	31	+	+	+	+	+	+	12
			+	goed	(2 pnt.)				
			±	matig	(1 pnt.)				
			-	slecht	(0 pnt.)				

Waardering biotische gegevens

Een gedetailleerde bespreking van de biotische gegevens is te vinden in Bijlage 2. De bevindingen worden hier per klasse gegevens kort samengevat.

Data en kaarten uit primaire bronnen (klasse I)

Van de gegevens die binnen klasse I vallen zijn die van vissen het meest volledig. Het totaal aan gegevens over macrobentos is ook vrij volledig (de gegevens zijn bijvoorbeeld wel NCP dekkend) maar er is een duidelijk gebrek aan informatie over de seizoenswisselingen binnen de macrobenthos populaties. Het meetnet voor fytoplankton is mogelijk onvoldoende om te gebruiken voor ecologische gevoeligheidskaarten. Zowel de ruimtelijke dekking, de resolutie van de data en de beschikbaarheid van gegevens over seizoenswisselingen zijn onvoldoende. Voor vogels en zoogdieren zijn verder weliswaar NCP dekkende gegevens voorhanden, maar de resolutie van de gegevens is laag en het voorkomen per seizoen is voor zoogdieren onvoldoende duidelijk.

Afgeleide data en kaarten (klasse II)

Van de gegevens binnen klasse II is de ecotopenkaart als zeer geschikt beoordeeld (12 punten). De geïntegreerde natuurwaardekaart is als vrij volledig beoordeeld (10 punten). De gegevens over de visserij-intensiteit (nr. 31) zijn weliswaar vrij volledig, maar de resolutie van de kaarten is laag en gegevens over de seizoenvariatie zijn slechts in geringe mate voorhanden.

Waardering abiotische gegevens

Naast informatie over biota kunnen ook abiotische gegevens eventueel van belang zijn voor de beoordeling van ecologische gevoeligheid. De gegevens over de abiotiek op het NCP kunnen als zeer volledig worden omschreven (Tabel 5.3).

Tabel 5.3: Algemene waardering (volledigheid) van de abiotische gegevens uit de diverse referenties in Tabel 5.1.

Abiotische parameter	Beoordeling volgens criteria					
	Ruimtelijke dekking	Resolutie	Seizoens-patroon	Beschikbaarheid data	Aansluiting bij EU-landen Noordzee	Duur programma (oud/eenmalig)
<i>Waterkolom & -oppervlak</i>						
Temperatuur	+	+	+	+	+	+
Saliniteit	+	+	+	+	+	+
Diepte	+	+	n.v.t.	+	+	+
Zwevende stof	+	+	+	+	+	+
Bodemreststroming	+	±	±	±	±	±
Golfwerking	+	±	±	±	±	±
<i>Sediment</i>						
Korrelgrootte	+	+	-	+	+	+
Slibgehalte	+	+	-	+	+	+
	+	goed				
	±	matig				
	-	slecht				

Relevantie voor ecologische gevoeligheidskaarten

Natuurwaardenkaart

In dit kader zijn ook kort de binnen het project GONZ (III) ontwikkelde graadmeters voor de Noordzee genoemd (Kabuta & Duijts, 2000). Het doel van dit project was om een eerste stap voor een referentiekader te zetten. Alle 13 geselecteerde graadmeters zijn uiteindelijk gebaseerd op genoemde primaire monitorprogramma's. Sommige graadmeters zoals primaire productie (chlorofyl) of de aantallen van 7 geselecteerde zeevogels zijn daarom geschikt voor ecologische gevoeligheidskaarten als in Tabel 5.2 aangegeven. Op dit moment zijn verschillende parameters echter niet gevalideerd (b.v. graadmeter Infaunal Trophic Index ITI voor trofische structuur) of zijn alleen voor het kustgebied van belang (b.v. graadmeter stapelvoedsel *Spisula subtruncata*). Ondanks deze beperkingen kunnen de graadmeters mogelijk betekenis hebben bij het evalueren van effecten van toxische stoffen na een calamiteit. De graadmeters overlappen sterk met de parameters van de ecosysteendoelen Noordzee, die eveneens voor een toekomstig natuurbeleid (streefbeelden) en voor de natuurwaardenkaart zijn ontwikkeld (Boon & Wiersinga, 2002).

Kaarten op een zeer hoog abstractieniveau zoals de geïntegreerde natuurwaardenkaart of de verwerking van dergelijke informatie in de vorm van enkele indices zijn echter minder geschikt voor het vervaardigen van gevoeligheidskaarten omdat de link met effecten van bepaalde stoffen moeilijk te maken is.

Ecotopenkaart en habitatconcept

Bij de in ESI en in het MarLIN-project toegepaste methode wordt bijzondere aandacht geschonken aan benthische habitats en biotopen (zie Hoofdstuk 3). De mogelijkheden om informatie over het benthos te koppelen aan ecotopenkaarten zijn al genoemd. Een verdere analyse moet nog uitwijzen of de ecotopen ook aan integrale parameters zoals biodiversiteit en biomassa gerelateerd kunnen worden.

Behalve benthische ecotopen zijn ook indelingen in pelagische ecotopen of ecotopen op het wateroppervlak denkbaar (met name voor zeevogels). Mogelijk laten deze verschillende ecotopenindelingen zich beter koppelen aan het gedrag van stoffen (zie verder in Hoofdstuk 7). Overigens zijn veel bodemdieren en bodemvissen in hun reproductieperiode afhankelijk van processen in het pelagiaal.

Vissen zijn, enkele uitzonderingen daargelaten, in mindere mate aan bepaalde habitats gebonden (Daan, 2000) dan het sessiele benthos. Er is bijvoorbeeld wel enig onderscheid mogelijk tussen het zoetere en troebele kustwater, het Kanaalwater, het Friese frontstelsysteem of de watermassa uit noordelijke streken. Van nog groter belang in het pelagiaal zijn echter de seizoensverschillen binnen de verschillende gebieden. De pelagische levensgemeenschap verandert grotendeels in de loop van het jaar. Voor de betreffende ecologische groepen geldt dat het al dan niet aanwezig zijn in de foerageergebieden, paaigebieden, kraamkamers, kinderkamers enz. van groot belang is voor het optreden van bepaalde ecologische effecten na een calamiteit.

Een systeem van gevoeligheidskaarten voor het pelagiaal zou dus bij voorkeur dit soort informatie moeten bevatten.

De verspreiding van zeevogels op het NCP wordt eveneens in sterke mate door seizoensfactoren beïnvloed zoals het migratiepatroon van pelagische vissen, beschikbaarheid van bentisch voedsel in ondiepe wateren (b.v. schelpdieren voor zee-eenden), visserijintensiteit (b.v. voor vogels die op overboord gegooide bijvangsten foerageren) en de broedlocatie.

Het ondiepe kusthabitat (met de getijdenzone) is nog weinig onderzocht. Behalve gegevensbronnen 13 en 14 en een recentelijk onderzoeksproject (ECOZAND, RIKZ) bestaan er weinig biomonitoringsgegevens over deze zone.

Op dit moment is het ecotopenconcept nog niet op het pelagische systeem (plankton en pelagische vissen), op zeevogels op de wateroppervlakte of op de ondiepe kuststreek toegepast.

Informatie op soortniveau

Voor meer dan 600 soorten op het NCP is informatie over de verspreiding beschikbaar. Hoewel het niet moeilijk maar wel tijdrovend is om al deze informatie in overzichtelijke kaarten te verwerken zijn voor de uiteindelijke beoordeling van de gevoeligheid van een bepaald gebied de volgende vragen belangrijk:

- Welke soorten zitten in het getroffen gebied?
- Zijn beschermde en/of zeldzame soorten aanwezig?
- Zijn soorten aanwezig voor de menselijke consumptie?
- Is een essentieel deel van de populatie van de soort bedreigd of maakt het getroffen gebied een essentieel deel uit van het totale verspreidingsgebied?

Voor een verdere beoordeling van gevoeligheid is deze informatie voor experts net zo zinvol als een berekende index die basisinformatie versleutelt. Dit soort primaire informatie is nodig als men b.v. naast algemene maatregelen voor een getroffen gebied ook doelgerichte maatregelen voor bepaalde soorten (zeevogels, consumptievis) wil nemen die voor de mens en/of het natuurbeleid van belang zijn. Een beantwoording van de laatste vraag zal alleen mogelijk zijn met behulp van berekeningen in GIS-programma's en ook voor de andere vragen is een computergesteunde database onmisbaar (zie Hoofdstuk 6).

Hiërarchische indeling van ecologische informatie

Gezien de hoeveelheid beschikbare ecologische informatie is duidelijk dat niet één enkele gevoeligheidskaart de gehele informatiebehoefte kan weergeven. Aan de ene kant zal een reductie van alle ecologische data middels indicering leiden tot een verlies van informatie, die mogelijk juist van belang is, terwijl aan de andere kant een snel overzicht over de ecologische gevoeligheid van een gebied gewenst is. Dit geldt des te sterker als bepaalde eigenschappen van stoffen bekend zijn en deze b.v. bepaalde delen van het ecosysteem meer treffen dan andere.

Conclusies ecologisch basismateriaal

Een simpele methode is de informatie trapsgewijs te ontsluiten of hiërarchisch op te bouwen. Als weinig over een bepaalde stof bekend is, dan zullen basiskaarten met geselecteerde parameters de hoogste prioriteit bezitten. In het geval dat er meer over een stof bekend is (b.v. een chemische stof die vooral voor vis schadelijk is) dan zijn gevoeligheidskaarten van de meest getroffen doelgroep van grotere waarde.

Naar aanleiding van de inventarisatie en waardering van het ecologische materiaal om als basis voor ecologische gevoeligheidskaarten te dienen kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken.

- Er is veel ecologische informatie over de NCP beschikbaar en een groot deel daarvan is geschikt voor het produceren van gevoeligheidskaarten.
- De informatie over vissen voldoet aan alle criteria.
- De informatie over algen, benthos, zeevogels en zeezoogdieren voldoet slechts deels aan de criteria (ruimtelijke dekking NCP, hoge resolutie, seizoensverschillen, databeschikbaarheid, aansluiting aan naburige Europese zeegebieden, continuïteit van meetprogramma's).
- Er zijn weinig kaarten met functionele aspecten.

6. IT-oplossingen

De manier waarop een uitgebreid kaartensysteem met bijbehorende databases in een GIS georganiseerd kan worden is weergegeven in Figuur 6.1. Dit stroomschema geeft een beeld van de verschillende informatiebronnen en hoe deze samenkomen binnen de systematiek van ecologische gevoeligheidskaarten. In sommige gevallen zou het samenkomen kunnen inhouden dat verschillende datasystemen ook daadwerkelijk fysiek aan elkaar gekoppeld kunnen worden. In andere situaties zal het kunnen gaan om datastromen die leiden tot een bepaald product. In principe is het technisch mogelijk om de totale systematiek ook daadwerkelijk softwarematig te ondersteunen. Het ambitieniveau zal dit bepalen. In principe kunnen twee werkwijzen worden onderscheiden:

Een systeem waarbinnen de gevoeligheidskaarten geheel dynamisch worden opgesteld (zoals bij de 'bottom-up' benadering, zie § 2.2), is afhankelijk van de beschikbare basisinformatie. Deze basisinformatie kan bestaan uit monitoringgegevens van biota, maar kan ook worden opgebouwd uit habitatgegevens, gecombineerd met autecologische soortenkennis. In principe berusten de habitatgegevens ook op monitoringgegevens, maar dan meer op fysisch/chemische parameters dan op de biota. Per calamiteit zou dit kunnen leiden tot één gevoeligheidskaart. Bij deze werkwijze is véél basisinformatie noodzakelijk, en deze benadering is daarmee kostenintensief. Het systeem is echter gemakkelijker uit te breiden voor andere doeleinden. Denk dan aan bijvoorbeeld het in kaart brengen van de effecten van windenergiewinning of een vliegveld in de Noordzee.

Bij andere systemen kan voor bepaalde soorten calamiteiten vooraf een gevoeligheidskaart worden opgesteld. Een dergelijk systeem zal relatief goedkoop zijn, maar zal minder informatief zijn dan bovengenoemde optie. Ook zal het in zo'n geval lastig zijn wanneer men wordt geconfronteerd met een 'nieuwe' of gecombineerde calamiteit die nog niet is beschreven (waar dus nog geen gevoeligheidskaart voor bestaat).

In onderstaande punten is een korte uitleg gegeven van de opmerkingen in het stroomschema.

Ad.1

De soortendatabase bevat niets anders dan de nomenclatuur van de afzonderlijke soorten en de taxonomische hiërarchie. Doordat de hogere taxonomie is opgenomen, is het mogelijk om soorten 'samen te nemen' op bijvoorbeeld genus- of familieniveau. Deze aggregatie kan noodzakelijk zijn wanneer het gewenst is om op een hoger niveau (bijvoorbeeld Crustacea of

Chlorophyta) iets te kunnen zeggen over het effect van een calamiteit (stof) op een groep van organismen.

Een beeld van het voorkomen van deze organismen (of levensgemeenschap) kan op verschillende manieren worden verkregen; op basis van monitoring, of op basis van bestaande kennis over de relatie tussen habitat, soorten en levensgemeenschappen. In dit laatste geval kan deze kennis dan weer getoetst worden aan de monitoringsresultaten. Zie ad. 2.

Ad.2

Aggregatie op taxonomisch niveau vindt plaats via de soortenlijst. Echter, wanneer men wil aggregeren op een ander niveau (bijvoorbeeld op het niveau van functionele groepen zoals benthische fauna of planktonisch levende organismen), dan volstaat de soortenlijst niet. Deze aggregatie kan worden uitgevoerd via een zogenaamde kennisbank met auto-ecologische informatie over organismen. In deze kennisbank is tevens de basisrelatie beschreven tussen organismen en het type verontreiniging (stoffen, maar ook bijvoorbeeld fysische effecten). Ook wordt in de kennisbank relaties beschreven tussen soorten onderling en/of soorten en hun habitatvoorkeur.

Ad.3

Zie ook Ad.1. en Ad.2. Aggregatie op zowel taxonomisch als ook op functioneel niveau verloopt via respectievelijk de soortenlijst of de kennisbank.

Ad.4

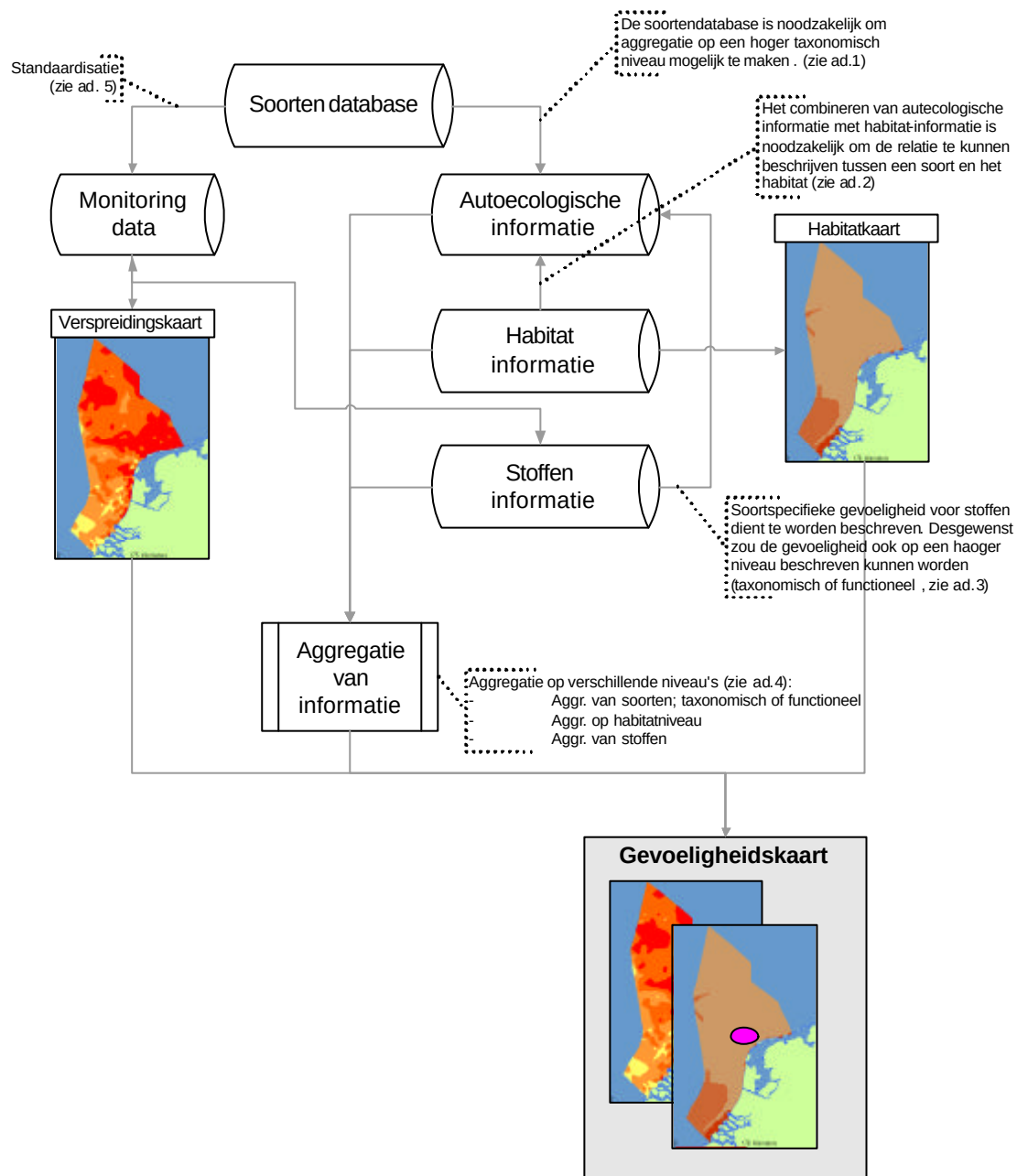
Aggregatie van informatie vindt niet alleen plaats op het niveau van soorten (taxonomisch/functioneel), maar potentieel ook op het niveau van habitat en stoffen. Binnen de kennisbank kan hiërarchie worden aangebracht in habitatsamenhang. Desgewenst kan worden in- of uitgezoomd op een grotere of kleinere eenheid.

Ditzelfde principe gaat op voor calamiteiten. Ook hier kan een zekere hiërarchie in worden onderscheiden. Zo zou het kunnen dat risicobeoordeling op het niveau van een chemische stof plaatsvindt, maar het zou ook mogelijk moeten zijn om een reeks van stoffen onder te brengen onder een hoofdgroep, om hier vervolgens de risicobeoordeling op uit te voeren. Dit beperkt meteen het aantal gevoeligheidskaarten dat ontwikkeld dient te worden. Als de systematiek eenmaal goed is uitgewerkt, is inzoomen op detailniveau een kwestie van kennis vergaren. Let op: het gaat hier niet om zogenaamde combitox, oftewel het effect van een gecombineerde verontreiniging.

Ad.5

Monitoringsgegevens bevatten soortgegevens. Correcte naamgeving is cruciaal wanneer gegevens uitgewisseld worden. Bij gegevensuitwisseling kan tevens gebruik gemaakt worden van zogenaamde taxoncodes (bijvoorbeeld TCN = TaxonCodeNederland). Zowel op naam als op code is standaardisatie cruciaal. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de soortendatabase.

Dataflow-model



Figuur 6.1: Opzet voor een uitgebreid GIS-stelsel van ecologische gevoeligheidskaarten en databases.

7. Voorkeursmethode voor NCP en kustzone: SEAMap's

Afbakening

In dit hoofdstuk wordt een uitgebreide voorkeursmethode met een tweetal varianten beschreven die volgens ons recht doet aan de eerder gestelde doelstellingen en afbakening (§ 1.3) en aan de overige eisen zoals fysisch/chemisch realisme, toxicologisch realisme en ecologisch realisme (§ 4.1 en § 4.2). De voorgestelde methode hebben wij voor het gemak de Engelse term SEAMap's meegegeven (Substances Ecological Effects Assessment Maps).

Op basis van de voorgaande hoofdstukken vinden wij dat ook speciale aandacht moet worden geschonken aan de volgende zaken (zie ook overeenkomsten & tekortkomingen in § 4.3):

- Andere stoffen dan olie – behalve de Britse SensMaps benadering zijn alle bestaande methoden voor alleen olie ontwikkeld; er dient meer rekening te worden gehouden met de enorme diversiteit van de stoffen die over zee worden getransporteerd.
- Open zee in plaats van alleen de kust – dit is een expliciete doelstelling van deze opdracht; echter, bijna alle bestaande methoden hebben alleen betrekking op de kustzone.
- Uitzonderlijk waardevolle gebieden – gebieden met een beschermde status of die ecologisch zeer waardevol zijn (b.v. schelpdierenbanken, paai- en kraamkamergebieden voor vis, broedkolonies van vogels, enzovoort).
- Inzichtelijkheid voor bestrijders – hoe gecompliceerd de achterliggende methoden ook mogen zijn, uiteindelijk willen bestrijders met een beperkte en heldere set kaarten kunnen werken.
- Bestaande ecologische gegevens – hiervan dient optimaal gebruik te worden gemaakt omdat het aanvullend verzamelen en genereren van gegevens de methode snel duurder kan maken.
- Aansluiting op methoden om ecosysteemschade economisch te waarderen.

Uiteindelijk zal bij SEAMap's rekening moeten worden gehouden met zowel acute als chronische toxische effecten van de vrijgekomen stoffen. Bij de lange-termijn effecten dient met name ook het risico van doorvergiftiging in de voedselketen te worden geschat. Dit risico is doorgaans te voorspellen op basis van

stofeigenschappen (persistent, hydrofoob). Verder zouden niet-toxische maar wel negatieve effecten zoals eutrofiëring en radioactiviteit uiteindelijk ook in de methode moeten worden verwerkt.

Met twee zaken wordt bij SEAMap's geen rekening gehouden vanwege hun complexiteit. De eerste is combinatietoxiciteit. Hiervan is de wetenschappelijke kennis nog zo gering dat er geen eenduidige manier bestaat om combinatie-effecten te voorspellen. Verder wordt geen rekening gehouden met indirecte ecologische effecten anders dan doorvergiftiging in de voedselketen. Indirecte effecten die b.v. voortkomen uit predator-prooi, competitieve of andere ecologische interacties zijn niet echt voorspelbaar zonder zeer exacte kennis van ecosystemen (en zelfs dan is er nog vrijwel altijd sprake van toevallige effecten). Echter, op kleine schaal kunnen bekende indirecte fenomenen wel worden meegenomen waar bij de methoden input van expert-judgement plaats vindt.

Gezien de grote verscheidenheid aan stoffen, qua gedrag en (soort) effecten, is het niet aanbevelenswaardig om met één enkele kwetsbaarheidskaart voor het NCP en de kustzone te volstaan. Eén enkele kaart doet ook geen recht aan de grote mate van invloed die het seizoen heeft op de ecologie (migratie van dieren, voortplantingstijd, kraamkamerlocaties, enz.), met name in het pelagiaal. Aan de andere kant moet het voor de gebruikers (Kustwacht) duidelijk zijn welke kaart men wanneer en voor welk soort calamiteit moet hanteren. Ook moet men er 'hardcopies' van kunnen gebruiken en moeten de kaarten inzichtelijk genoeg zijn om (snelle) beslissingen op te baseren.

De kern van de hier voorgestelde SEAMap's methode voor ecologische gevoeligheidskaarten is dat deze kaarten in combinatie worden gebruikt met de resultaten van modellering van de verspreiding van de vrijgekomen stof (zie ook Figuur 7.2 verderop in dit hoofdstuk). Op basis van voorspelde concentraties in de ruimte en tijd kan een globale uitspraak worden gedaan over de verwachte effecten, het zogenaamde generieke risico. Door dit generieke risico te projecteren over een ecologische gevoeligheidskaart kan worden afgeleid waar de ecologische effecten van de verontreiniging het grootst zullen zijn, d.w.z. waar de hoogste concentraties op zullen treden en tevens de voor de verontreiniging meest gevoelige ecologische elementen aanwezig zijn.

Resumerend kan worden gesteld dat de 'bottom-up' benadering in de vorm van de voorspelling van de concentraties van de verontreiniging en de 'top-down' benadering in de vorm van geïntegreerde ecologische risicokaarten van het NCP en de kust elkaar halverwege ontmoeten in de SEAMap's methode (het Engelse woord 'seam' betekent in het Nederlands overigens naad of voeg).

De voorgestelde basismethode betreft een uitgebreide maar praktische benadering. Er wordt afgeleid waar de effecten groter of minder groot zullen zijn (relatief) en op basis van het generieke risico kan worden aangegeven of er (in algemene zin) effecten

Algemeen principe SEAMap's

zijn te verwachten. Het is echter onmogelijk om precies de verwachte ecologische schade te voorspellen. Voor zo'n voorspelling zou per geval de 'bottom-up' benadering moeten worden toegepast in de vorm van een 'modellentrein' en hiervoor is zoveel niet-bestaande gedetailleerde informatie nodig dat dit op dit moment onmogelijk wordt geacht.

In de volgende paragrafen worden de hier voorgestelde SEAMap's voorkeursmethode voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten en daarbinnen twee varianten stapsgewijs beschreven.

7.1. Aansluiten bij verspreidingsmodellen

In het kader van CALPREA wordt reeds in een ander deelproject uitgezocht of RIKZ voor de berekeningen van de verspreiding van olie en chemicaliën modellen die op de markt beschikbaar zijn gaat gebruiken of dat men bestaande modellen voor dit doel gaat upgraden. Het uitgangspunt hierbij is dat de verspreiding en verweringsmodellen aansluiten bij standaard operationele Rijkswaterstaat-modellen waarmee continue voorspellingen van stromingen en waterstanden worden gedaan. Dit zijn zeer goed onderbouwde modellen die nauwkeurige voorspellingen genereren. De verspreiding en verweringsmodellen voor olie en chemicaliën zullen gebruik maken van de voorspelde stromings- en windgegevens (bij olieverspreiding speelt wind een zeer belangrijke rol). In eerste instantie worden tweedimensionale (2D)-modellen toegepast alvorens wordt overgestapt naar 3D-modellen. Overigens zullen de modellen zowel in 2D- als 3D-versie moeten kunnen draaien. Weliswaar is het de bedoeling om alles zo nauwkeurig mogelijk te voorspellen en te bepalen maar bij calamiteiten is in de praktijk vaak onbekend hoeveel van de stof in het zeemilieu terecht is gekomen. Er wordt derhalve naar gestreefd zo realistisch mogelijke schattingen te geven, maar nadrukkelijk binnen de gegeven onzekerheidsmarges. De uiteindelijke nauwkeurigheid van de modellen zal een grotere rol spelen bij het bepalen van vooral de lange-termijn effecten van lozingen door calamiteiten.

Behalve de voorspelling van de blootstellingsniveau's van organismen in zee, is een ander groot voordeel van het gebruik van deze modellen dat er verschillende verspreidingsscenario's op hun ecologische risico's kunnen worden beoordeeld.

7.2. Generieke risico's

Uit de op basis van modellering berekende concentratieniveaus in het zeemilieu zal op een of andere manier afgeleid moeten worden of er ecologische effecten optreden en zo ja in welke mate. Voor iedere mogelijke stof die vrij kan komen bij een

calamiteit zal deze dosis-effect relatie verschillen. Niet alleen kennen de stoffen een verschillende mate van giftigheid, ook kan de werking sterk verschillen waardoor sommige stoffen binnen ecosystemen op heel andere ecologische componenten een effect hebben dan andere verontreinigingen. Om de mate van giftigheid te verdisconteren wordt voorgesteld om gemeten en/of voorspelde concentraties van gifstoffen in zee te vergelijken met milieunormen of andere ecologische drempelwaarden. De mate van overschrijding kan met behulp van de toekomstige (GIS) modellen middels kleurcodes op (digitale) kaarten worden aangegeven. Op deze wijze wordt het generieke (algemene) ecologische risico geografisch inzichtelijk gemaakt.

SSD's

Een belangrijke ingang hiervoor biedt de zogenaamde 'Species Sensitivity Distribution' (SSD) benadering (RIVM, 1999). Deze wordt onder meer gebruikt voor het afleiden van generieke milieunormen voor de ecologische risico's van gifstoffen zoals het verwaarloosbaar risico (VR, nauwelijks aangetaste soorten), het maximaal toelaatbaar risico (MTR, gedefinieerd als de concentratie die theoretisch 5% van alle soorten aantast) en het ernstig risico (ER, 50% aangetaste soorten). Vergelijking van berekende concentraties van verontreinigingen met deze normen geeft een inschatting van de potentiële ecologische risico's. Het concept van SSD's kan echter nog een stap verder worden genomen. Wanneer concentraties van stoffen bekend zijn, is het mogelijk om met behulp van de toxicologische informatie uit SSD's te berekenen welk deel van het aantal soorten theoretisch aangetast wordt. Deze potentieel aangetaste fractie (PAF-waarde) is in kaart te brengen. Dit is bijvoorbeeld gedaan voor metalen in de Nederlandse bodem (Klepper & van de Meent, 1997; Traas et al., 1998). Deze methode heeft een hoge (eco)toxicologische relevantie want er zijn dosis-effect relaties in verdisconteerd. Dit is gunstig voor de afweging of er bij een calamiteit wel of geen maatregelen nodig zijn (als verwachte concentraties onder alle effectconcentraties liggen hoeft je überhaupt geen ecologische risico's te verwachten en dus niet te bestrijden). Aan de andere kant is het ecologisch realisme beperkt. Men weet namelijk niet precies bij welke organismen effecten op kunnen treden en dat kan toch van belang zijn. Men accepteert op MTR-niveau bijvoorbeeld 5% aangetaste soorten, maar deze omvatten wellicht soms juist de ecologische sleutelsoorten van het ecosysteem.

De echte bottleneck voor het toepassen van een accurate generieke risicobeoordeling per calamiteit bestaat ons inziens uit de schaarsheid aan bruikbare (eco)toxicologische gegevens over stoffen voor het bepalen van de generieke ecologische risico's van gifstoffen (zie § 5.1). Er zijn van de duizenden stoffen die bij een calamiteit kunnen vrijkomen maar een aantal waarvoor voldoende ecotoxicologische informatie bestaat om SSD's te construeren. Pas als er ecotoxicologische gegevens zijn voor aquatische organismen van drie of meer organismen van verschillende trofische niveaus kan er iets in de trant van een PAF worden berekend. In het algemeen wordt in Nederland de MTR-waarde (PAF = 5%) als drempelwaarde gehanteerd. Als er reeds een MTR van de bij een calamiteit geloosde stof bekend is,

kan dat snel veel inzicht in de risico's en de geografische verspreiding daarvan verschaffen. Is er geen MTR bekend dan zal men het risico op een andere wijze moeten inschatten, bijvoorbeeld door een *ad hoc* MTR af te leiden door de toxiciteit van de stof voor een standaard testorganisme zoals *Daphnia* door een veiligheidsfactor te delen en deze te vergelijken met de voorspelde concentraties van de verontreiniging. Als er echt niets bekend is over de aquatische toxiciteit van de stof(fen) kan men misschien alleen nog aan de hand van de fysische en chemische eigenschappen voorspellen in welk milieucompartiment en dus welk deel van ecosysteem (habitat) eventuele effecten zich voor doen. Dit sluit het van tevoren inschatten van ecologische schade echter uit.

7.3. Stoffenclassificatie

Omdat het vanwege de grote hoeveelheid op zee vervoerde stoffen onmogelijk is om voor iedere individuele stof de exacte ecologische risico's te bepalen en ecologische gevoeligheidskaarten te vervaardigen, is het noodzakelijk om de stoffen te categoriseren. Hier wordt voorgesteld om een beperkt aantal ecologische risicoklassen te gebruiken waar een groot deel van de getransporteerde stoffen in principe onder kan vallen. In Tabel 7.1 wordt een voorstel voor een aantal klassen gegeven. De indeling berust op twee hoofdkenmerken.

Gedrag

Allereerst worden de stoffen gecategoriseerd naar het verwachte gedrag na een calamiteit. Het belangrijkste onderscheid dat hierbij gemaakt kan worden is dat tussen oplosbare stoffen, slecht oplosbare stoffen die blijven drijven, en slecht oplosbare zinkende verbindingen. Daarnaast is het ook mogelijk dat de stoffen zich overwegend aan het sediment en de zwevende stof hechten. De fysisch/chemische eigenschappen bepalen dus in welke milieucompartimenten mariene organismen blootgesteld kunnen worden. Van stoffen die snel verdampen wordt aangenomen dat ze op zee nauwelijks ecologische risico's veroorzaken. Naast de verdeling van de stof over milieucompartimenten is de persistentie van de stof van belang voor de tijd dat de blootstelling duurt.

Soort effecten

Ten tweede worden stoffen gecategoriseerd volgens het soort effecten dat ze veroorzaken. Een eerste splitsing kan plaats vinden tussen directe effecten en indirecte effecten (waaronder doorvergiftiging). Bij directe effecten kan sprake zijn van acute of chronische toxiciteit maar ook van eutrofiëring en saprobiëring (die weer kunnen leiden tot zuurstofonttrekking aan het watermilieu) of bijvoorbeeld radioactiviteit. Bij toxiciteit kunnen nog een groot aantal werkingsmechanismen worden onderscheiden. Een aantal wordt genoemd onder aan Tabel 7.1.

Door het gedrag en de toxicologie van de stoffen te categoriseren, kan de ecologische risicobeoordeling meer toegespitst en dus versimpeld worden. Als bijvoorbeeld een hoeveelheid van een goed oplosbare, goed afbreekbare en

Classificatie risico's

alleen acuut toxische stof is vrijgekomen, dan zou er met name een korte-termijn risico ontstaan voor het ecosysteem van de waterkolom: plankton en (pelagische) vissen. Bij een calamiteit met een stof die zwaarder dan water is, sterk hydrofoob is, persistent is en die chronische effecten veroorzaakt, zou de aandacht uit moeten gaan naar de lange-termijn risico's van accumulatie in bodemorganismen zoals schelpdieren en de bentische vissen die deze weer eten (doorvergiftiging).

De classificatie in Tabel 7.1 moet gezien worden als een eerste aanzet. De indeling moet worden geëvalueerd en nog nader worden uitgewerkt met behulp van al dan niet reeds bestaande criteria voor klassenindelingen van stoffen. Dan zal ook duidelijk moeten worden hoeveel kaarten het systeem precies moet omvatten. Het uitwerken van een exacte indeling valt echter buiten de scope van deze oriënterende studie.

De 7 à 8 hier thans genummerde hoofd- en subcategorieën zijn misschien geschikt om aparte ecologische gevoeligheidskaarten voor te maken. Uitgesplitst naar 4 seizoenen zou dit al leiden tot een dertigtal kaarten die bij calamiteiten op de plank klaar liggen en waaruit dient te worden gekozen. Dit is mogelijk al veel, maar een nog groter aantal lijkt sowieso onwerkbaar. Toch zijn deze categorieën qua soort ecologische effecten (werkingsmechanisme) nog weinig onderscheidend. Een goed oplosbaar herbicide zal immers heel andere ecosysteemelementen beïnvloeden dan een goed oplosbaar insecticide of een meststof. Dit pleit er voor om naast een beperkte kaartenset voor bestrijdingsdoeleinden voor de uiteindelijke inschatting van de ecologische schade aanvullend een GIS te gebruiken waarin een wat geavanceerdere risicobeoordeling mogelijk is op basis van de beschikbare informatie over de stof die bij een calamiteit vrijgekomen is, bijvoorbeeld door in het geval van een herbicide extra gewicht te geven aan fytoplankton en primaire productie in het gebied. Middels stroomschema's zou dan aangegeven kunnen worden bij welke soort informatie over de stof men welk soort risicobeoordeling kan aanwenden.

De hier gepresenteerde aanzet tot een ecologische risicoclassificatie sluit ons inziens goed aan bij de 'Standard European Behaviour Classification' (SEBC) indeling, waarbij op basis van de fysisch/chemische karakteristieken een stof ingedeeld wordt als verdamper, drijver, oplosster of zinker (inclusief tussenvormen). Alleen adsorptie wordt niet expliciet in SEBC afgeleid terwijl dit ecologisch gezien vrij relevant is. De indeling sluit ten dele ook aan bij de effectklassen in de nieuwe indeling van de 'Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Protection' (GESAMP, 2002). Hierin worden onder meer handvaten geboden voor het classificeren naar de mate van bioaccumulatie, biodegradatie, acute aquatische toxiciteit (algemeen, zonder inachtneming van het werkingsmechanisme), chronische toxiciteit (idem) en fysische effecten op dieren en bentische habitats. Koopmans en van den Heuvel-Greve (2003) hebben onlangs de genoemde classificatiesystemen voor stoffen samengevat en kwamen eveneens tot de conclusie dat een

combinatie van de SEBC- en GESAMP-indeling voordelen biedt, in dit geval voor contingency-planning.

Van 700 stoffen die in bulk worden getransporteerd bestaan reeds GESAMP 'hazard' profielen. Toch zal het in de meeste gevallen voor een meer verfijnde ecologische risicobeoordeling of keuze van de juiste gevoeligheidskaart nodig zijn om extra informatie over de geloosde verbinding(en) te verkrijgen. In het geval van toxische stoffen betreft dat vooral het achterhalen van het werkingsmechanisme, zodat kan worden afgeleid voor welke organismen en dus ecosysteemcomponenten risico's ontstaan. In het ideale geval zou men ook willen beschikken over toxiciteitsgegevens in bijvoorbeeld de vorm van LC50- of NOEC-waarden voor meerdere taxonomische groepen testorganismen zodat de (generieke) risico's ook gekwantificeerd kunnen worden (zoals beschreven in § 7.2). Het is zeer aan te raden zoveel mogelijk van deze gegevens in een stoffendatabase onder te brengen. Bestaande databases, zoals die van MARPOL, kunnen daartoe eventueel worden uitgebreid met (meer) ecotoxicologische gegevens.

Als laatste dient hier opgemerkt te worden dat een indeling van stoffen in 'drijvers', 'oplossers', 'zinkers' en 'adsorbeerdere' vaak een versimpeling van de werkelijkheid met zich meebrengt. Veel verbindingen vertonen meerdere aspecten gedrag. Zo kunnen bepaalde componenten uit drijvende olie (langzaam) oplossen in de waterkolom. En bentische dieren in ondiepe wateren bijvoorbeeld zullen niet alleen worden blootgesteld aan geadsorbeerde verbindingen in het sediment maar ook aan opgeloste stoffen, zeker als zij hun voedsel uit het bovenstaande water filteren. Daarom dient altijd centraal te staan in welke milieucompartimenten verontreinigingen *overwegend* aanwezig zullen zijn en tevens in welke compartimenten de *grootste ecologische risico's* te verwachten zijn. Dit vraagt dus om een goed flowschema en misschien enige mate van deskundigheid bij de gebruikers van SEAMap's.

Tabel 7.1: Globale indeling van soorten ecologische risico's bij calamiteiten met stoffen op het Nederlands Continentale Plat.

Klasse	Eigenschappen stof	Komt dus voornamelijk terecht in ..	Risico's voor/waar?	Persistentie	Risico's, hoe voornamelijk*?
0	Vluchtig	lucht	in lucht, weinig ecologisch relevant	-	geen
1a	Goed oplosbaar	waterfase (opgelost)	pelaagische organismen (bacteriën, fytoplankton, zoöplankton, vis, epibenthische fauna, e.a.)	laag	acute toxiciteit eutrofiëring saprobiëring
1b				hoog	chronische toxiciteit
2a	Olie(achtig) licht	drijfslaag wateroppervlakte (oplosbare fractie lost ook op)	zwemmende dieren (vogels, zeezoogdieren)	laag & hoog	kleef (toxiciteit bij oplossen)
2b		kust (bij aanspoelen)	organismen in brandingszone en strand (schaaldieren, schelpdieren, overige macrofauna, meiofauna, vogels)	hoog	kleef chronische toxiciteit
3	Olie(achtig) zwaar & zinkend slecht oplosbaar	sediment (liggende klonten/geadsorbeerd)	in- en epibenthische organismen (macrofauna, meiofauna, bentische vissen)	hoog	chronische toxiciteit (kleef bij aanspoelen/rollen?)
4a	Hydrofoob	sediment (geadsorbeerd)	in- en epibenthische organismen (macrofauna, meiofauna, bentische vissen)	hoog	chronische toxiciteit doorvergiftiging
4b		zwevende stof (geadsorbeerd)	filteraars (zoöplankton, schelpdieren op/in bodem)	hoog	acute toxiciteit chronische toxiciteit doorvergiftiging

* Ruwe verdere indeling mechanismen

Acute toxiciteit: fytotoxisch (o.a. herbicide-werking)
neurotoxisch (o.a. insecticide-werking)
cytotoxisch
narcotisch
ontkoppeling oxid. fosforylering

Chronische toxiciteit: reprotoxisch
teratogeen
hormoonverstorend
immunotoxisch
mutageen/carcinogeen
oxidatieve stress
effecten op metabolisme/groei

Eutrofiëring & saprobiëring: leiden o.a. tot algenbloei en/of zuurstoftekort

Radioactiviteit

7.4. Bepaling van de gevoeligheid

In hoofdstuk 3 zijn een aantal bestaande methoden voor het afleiden van de ecologische gevoeligheid met elkaar vergeleken. Op basis hiervan kunnen twee hoofdbenaderingswijzen worden onderscheiden. Bij de eerste deelt men een gebied in vakken, inventariseert deze (monitoring) en berekent aan de hand van de soortensamenstelling de overkoepelende gevoeligheid van de levensgemeenschap in dat vak. Zo ontstaat een ecologische gevoeligheidskaart als een soort mozaïek (zie de Sensitivitätsraster in § 3.1). Een dergelijke benadering is ooit ook door Bergman & Duineveld (1990) toegepast om de gevoeligheid voor oliehoudende boorvloeistoffen van benthische gemeenschappen op het NCP voor boorvloeistoffen te karteren. Hier werd op basis van monitoring het aantal boorvloeistof-gevoelige soorten in delen van de Noordzee gekarteerd. De gevoeligheid van soorten was afgeleid uit eerder onderzoek naar het voorkomen van benthische fauna rond boorplatforms.

Bij de tweede benaderingswijze wordt een gebied *a priori* ingedeeld in habitats of biotopen en wordt op verschillende manieren een vaste klasse van gevoeligheid voor een zekere verstoring toegekend aan het gehele habitat/biotop. Dit kan op basis van bijvoorbeeld empirisch onderzoek na rampen in combinatie met expert-judgement (ESI, zie § 3.2) of op basis van de (geschatte) gevoeligheid van karakteristieke of sleutelsoorten (SensMaps/MarLIN, § 3.3).

Voor de voorkeursmethode hebben wij in principe gekozen voor de tweede benadering. Deze is minder omslachtig dan om de kaarten direct op monitoringsgegevens te baseren. Om ecologische gevoeligheidskaarten voor alle soorten stoffen/werkingsmechanismen te laten voldoen, zouden zowat alle taxonomische en ecologische groepen gemonitord dienen te worden. In Hoofdstuk 5 is al aangetoond dat de volledigheid van dit soort gegevens sterk uiteen loopt. Daarnaast zouden de gebruikte monitoringsgegevens up-to-date gehouden dienen te worden. En hoewel dit voor andere doelstellingen zeer nuttig zou zijn, zou dit puur en alleen voor het samenstellen van ecologische gevoeligheidskaarten een te grote (extra) inspanning vergen. Naast dit praktische bezwaar is er nog een ander, meer principieel aspect dat aan een dergelijk direct gebruik van monitoringsgegevens zou kleven, namelijk dat gevoelige soorten door diverse verstoringen waaronder verontreiniging plaatselijk reeds verdwenen kunnen zijn. Dit zou kunnen leiden tot de onterechte conclusie dat een bepaalde locatie minder gevoelig is.

Geografische indeling

Voor het NCP lijkt het ons het meest zinvol om gebruik te maken van de reeds bestaande ecotopenkaart van de Noordzee (zie Hoofdstuk 5). De ecotopenkaart behelst een indeling op basis van habitats, dus allereerst abiotisch, die echter wel leidt tot verschillende aanwezige levensgemeenschappen. Dergelijke kaarten bestaan ook voor de Waddenzee en de Westerschelde

waardoor een systematiek op basis hiervan in de toekomst eventueel makkelijker naar deze gebieden uit te breiden valt. Het gebruik van ecotopen als basis sluit ook aan bij de aanbevelingen die onlangs zijn gedaan met betrekking tot de economische waardering van ecosysteemschade op zee (Witteveen + Bos, 2003). Ecotopenkaarten bleken het meest geschikt om de zogenaamde informatie- en niet-gebruiksfuncties te transfereren (de monetaire waarde van de ene locatie naar de andere over te zetten). Het nadeel van de ecotopenkaart is dat deze vooral gebaseerd is op het bentische ecosysteem, niet op het pelagische. Zoals in Hoofdstuk 5 echter reeds werd vermeld, zijn seizoensverschillen waarschijnlijk meer bepalend in het pelagische ecosysteem van de Noordzee dan verschillen in locatie. Dit geldt ook voor het leven op het wateroppervlak waar voornamelijk de vogels van belang zijn. Voor het pelagiaal en het wateroppervlak zullen dus bij voorkeur ook ecotopen moeten worden opgesteld. Indien dit niet mogelijk is zullen de SEAMap's voor drijvende en oplosbare verontreinigingen op een andere geografische indeling moeten worden gebaseerd.

Voor het afleiden van de ecologische gevoeligheid van de ecotopen zijn er twee goede varianten denkbaar, namelijk volgens min of meer de ESI-benadering (§ 3.2) en volgens de Brits-Ierse SensMaps aanpak (§ 3.3). De varianten worden hieronder toegelicht.

ESI variant

De ESI benadering (vaste classificatie van habitats op basis van empirisch onderzoek en expert-judgement) voor olie kan thans al op de Nederlandse kust worden toegepast (dit wordt toegelicht in § 8.2). Dezelfde benadering kan in principe ook worden gebruikt voor de open zee van het NCP. Ook zou deze methode voor andere groepen verontreinigingen dan olie kunnen worden uitgewerkt. Een van de voordelen van de methode is dat deze relatief simpel is en dat de geproduceerde kaarten zeer inzichtelijk zijn. Ook op het NCP zou men speciale gebieden met symbolen kunnen aangeven, maar bijvoorbeeld ook met contouren (zie verder in § 8.1). De gehanteerde ESI-klassenindeling voor olie is ook gebaseerd op empirisch onderzoek na rampen en niet allen op abstracte aannames. Voor andere groepen verontreinigingen zullen waarschijnlijk echter veel minder veldonderzoekgegevens beschikbaar zijn zodat expert-judgement de belangrijkste input bij de indeling zal worden. Dit heeft als bijkomend voordeel dat er per ecotoop en per verontreiniging makkelijk rekening kan worden gehouden met allerlei 'weetjes' en speciale eigenschappen die moeilijk in een formelere opzet te verwerken zijn. Aan de andere kant moet goed duidelijk worden gemaakt op basis van welke onderliggende informatie en kennis zo'n deskundigenoordeel tot stand is gekomen.

De ESI-variant kan worden uitgewerkt door een groep deskundigen in teamverband aan het werk te zetten. De opdracht van dit panel zou moeten luiden om (1) de kust en het NCP in overzichtelijke en relevante habitats/ecotopen in te delen om vervolgens (2) voor alle risicocategorieën verontreinigingen een ranking op te stellen naar ecologische gevoeligheid. Een

belangrijke bijkomende vraag bij deze exercitie zal tevens zijn of er voor het NCP en de kustzone aparte kaarten moeten worden gemaakt (mogelijk met een verschillende schaal) of dat er één enkele kaart wordt gemaakt (per risicocategorie stoffen). In het laatste geval dient de gevoeligheid van de kustecotopen vergeleken te worden met die van de open zee en moeten de diverse zee- en kustecotopen/habitats ook gezamenlijk ten opzichte van elkaar gerangschikt worden.

In aansluiting op de GIS-ecotopenkaart wordt aangeraden om de kaarten van de ESI-variant ook in een GIS onder te brengen. Op deze wijze kunnen de kaarten in de toekomst met de ecotopenkaarten mee worden aangepast.

SensMaps/MarLIN variant

De SensMaps variant (biotopenclassificatie op basis van eigenschappen van geselecteerde indicatorsoorten) is uitgebreider en formeler dan de ESI-benadering. Zij heeft als grote voordeel dat de gebruikte indicatorsoorten met bijbehorende auto-ecologische gegevens ook gebruikt kunnen worden om de gevoeligheid van ecotopen (of biotopen) voor andere soorten verstoringen te bepalen. Het SensMaps systeem zou dus enorm kunnen worden uitgebreid indien daar behoefte aan zou bestaan en zelfs geschikt kunnen worden gemaakt om de effecten van ingrepen als een windmolenpark voor de kust, een vliegveld in zee, zandsuppletie of visserij in te schatten. Een tweede voordeel is dat mogelijk gebruik kan worden gemaakt van hetgeen in Groot-Brittannië al is opgezet aan databases en rekenmethoden. Verder kan met deze methode in een GIS ecologisch in- en uitgezoomd worden op verschillende ecologische aggregatieniveaus (zie § 4.3 en Hoofdstuk 6), in tegenstelling tot de ESI-benadering. Ook kan bij deze uitgebreide methode in GIS gemakkelijk meer of minder gewicht aan bepaalde groepen organismen worden toegekend, bijvoorbeeld als de vrijgekomen stof door zijn werkingsmechanisme specifieke effecten veroorzaakt. Per calamiteit kunnen GIS-kaarten op maat worden vervaardigd.

Het afleiden van de gevoeligheid van soorten voor verontreinigingen is voor Nederland niet geheel nieuw. In het kader van een project van de Stichting Kennisontwikkeling en Kennisoverdracht Bodem (zie Faber et al., 2003, en aanverwante rapporten) is een zogenaamde kwetsbaarheidsanalyse ontwikkeld. Het uitgangspunt van deze benadering was dat de (toxicologische) gevoeligheid van de meeste (hogere) dieren niet bekend is, maar dat de ecologische kwetsbaarheid van soorten in principe is af te leiden uit een aantal fysiologische en ecologische kenmerken. Deze methodiek is op een groot aantal doelsoorten in verschillende (overwegend terrestrische) natuurdoeltypen toegepast.

De SensMaps/MarLIN methode zal echter nog wel geschikt moeten worden gemaakt voor het milieu van de open Noordzee want voor zover wij konden nagaan is zij tot op heden alleen voor de (Brits-Ierse) kust gebruikt en niet dieper dan de ondiepe delen daarvan. Dit betekent dat voor deze zee-ecotopen nog de karakteristieke en/of sleutelsoorten moeten worden gekozen en dat voor al deze soorten auto-ecologische gegevens verzameld

dienen te worden. Naar onze mening is het ook van belang om per ecotoop/biotoop na te gaan welke indicatorsoorten het meest geschikt zijn zonder zich van tevoren strikt vast te leggen op een aantal van drie. In veel gevallen zullen meer soorten of groepen soorten als indicatief voor een ecotoop of biotoop gelden, ook voor de biotopen van de kustzone. Daarnaast zullen indicatorsoorten moeten worden afgeleid voor de niet-benthische ecotopen/biotopen van de open zee.

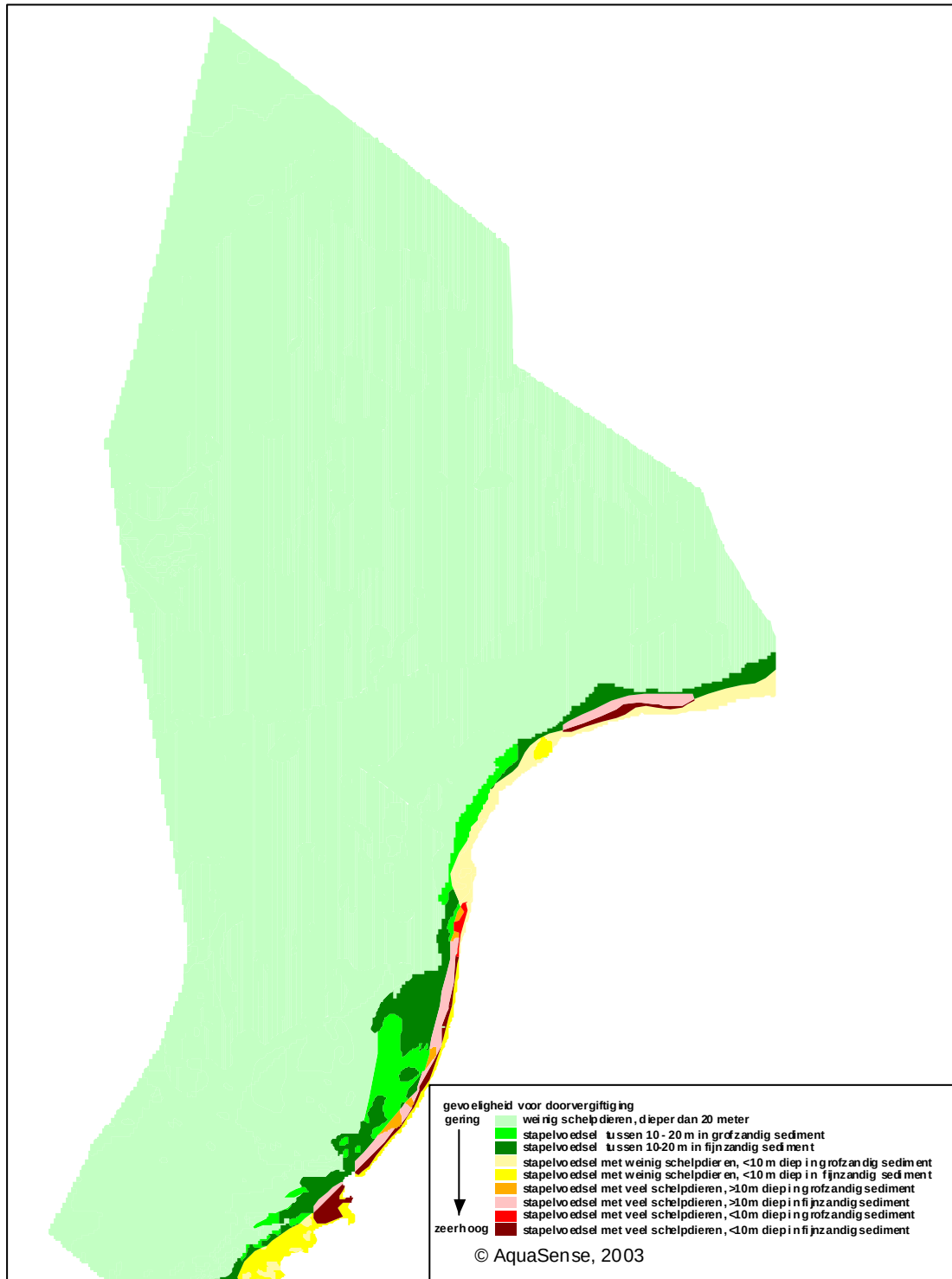
Om de SensMaps benadering geschikt te maken voor meer (zee) biotopen en ook rekening te houden met andere dan macrobenthos indicatororganismen zal dus nog zeer veel auto-ecologische informatie verzameld moeten worden. Deze auto-ecologische gegevens dienen op hun beurt weer te worden verwerkt in een gevoeligheidsklasse per indicatororganisme per (groep) verontreiniging(en). Maar misschien kan dit vele werk in samenwerking met Britse instellingen of zelfs in Europees verband worden uitgevoerd.

Overigens moet worden gezegd dat het grote aantal MarLIN rapporten dat recent is verschenen ten behoeve van deze studie niet in detail is doorgenomen (zie op de betreffende website, <http://www.marlin.ac.uk/Publications/Reports/reports.htm>). Mede gezien het voorgaande zou voor de SensMaps benadering nog een haalbaarheidstudie kunnen worden ondernomen. Hierin dient centraal te staan (1) wat de laatste ontwikkelingen in Groot Brittannië zijn, (2) of de rekenmethoden voldoende wetenschappelijk onderbouwd zijn, (3) hoe de methode kan worden uitgebreid voor andere biotopen/ecotopen en indicatororganismen en (4) in hoeverre zo'n project in internationaal verband kan worden uitgevoerd.

Voor de SensMaps benadering is het onontkoombaar om een uitgebreid GIS met bijbehorende databases op te zetten, overeenkomstig een systeem zoals dat in Hoofdstuk 6 is geschetst.

7.5. Gebruik

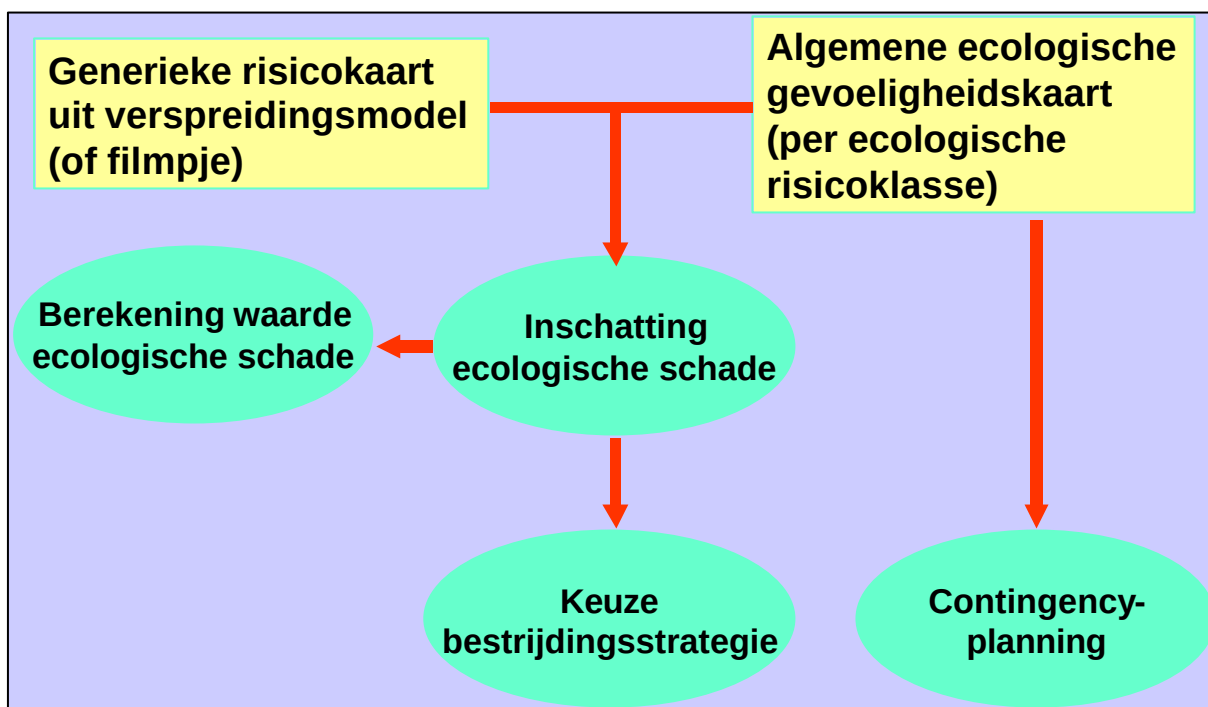
Zowel via de ESI variant als de SensMaps variant kunnen uiteindelijk kaarten met hierop de veralgemeniseerde ecologische gevoeligheid (per seizoen) worden geproduceerd (SEAMap's). Te denken valt aan een set van maximaal enkele tientallen kaarten die recht doet aan de verschillende blootstellings- en effectscenario's, maar waarvan het ondubbelzinnig duidelijk moet zijn welke kaart er bij een bepaalde calamiteit van toepassing is. De selectie zou kunnen worden onderbouwd met een simpel stroomschema waarmee op basis van de eigenschappen van de stof (bijvoorbeeld de SEBC GESAMP classificaties) en het seizoen voor één bepaalde kaart wordt gekozen. Op de SEAMap's zullen hoge en lage ecologische risico's met verschillende kleuren worden aangegeven.



Figuur 7.1: Prototypekaart (SEAMap) van de voorkeursmethode (voor uitleg, zie tekst § 7.5).

Figuur 7.1 is een prototypekaart van de in de voorgaande paragrafen geschetste voorkeursmethode. Het prototype geeft de risico's weer van doorvergiftiging van een hydrofobe stof via schelpdierenbestanden (bijvoorbeeld klasse 4b uit Tabel 7.1). Als basis voor de kaart is de ecotopen-GIS kaart voor de Noordzee van het RIKZ gebruikt (van Horssen *et al.*, 1999). Daarbovenop is de ligging van de belangrijkste schelpdierenbanken geprojecteerd. Er is verder uitgegaan van het gegeven dat schelpdierenbanken die dieper dan ca. 10 tot 15 meter liggen niet meer bevist worden door vogels. Ook is aangenomen dat fijnzandige sedimenten gevoeliger zijn dan de grofzandige sedimenten omdat hydrofobe stoffen sterker adsorberen aan fijnere sedimentdeeltjes. In totaal zijn hierdoor 9 risicoklassen gegenereerd. Het meest gevoelig zijn de ondiepe schelpdierenbestanden die als stapelvoedsel fungeren voor vogels en vissen. Het minst gevoelig zijn de vrijwel schelpdierenloze diepliggende zeebodems. Op basis van deze kaart is te zien dat de grootste risico's van dit soort doorvergiftiging duidelijk vlak langs de kust en in de Voordelta op zullen treden.

Een nadeel van in feite alle in dit rapport geschetste methoden is dat deze slechts leiden tot een rangschikking van gebieden ten opzichte van elkaar. Er kan uit de kaarten afgeleid worden welke plaatsten en welke ecotopen gevoeliger zijn dan andere voor een bepaald soort verontreiniging, maar niet of er inderdaad effecten op treden en wat de ernst daarvan is. Vergelijking met de generieke risico's is, zoals reeds eerder vermeld, daartoe het meest probaat. Dit wordt nogmaals inzichtelijk gemaakt in Figuur 7.2. De combinatie van generieke risico- en gevoeligheidskaarten, SEAMap's, stelt de gebruiker in staat om beter onderbouwde uitspraken te doen over de eventuele optredende ecologische effecten. Dit kan zowel van nut zijn bij beslissingen ten aanzien van de bestrijding van de calamiteit als voor het bepalen van de monetaire waarde van de ecologische schade. De SEAMap's kunnen op zichzelf staand worden aangewend ten behoeve van contingency-planning voor calamiteiten en om bijvoorbeeld de ligging van scheepvaartroutes te beoordelen op mogelijke ecologische risico's.



Figuur 7.2: Gebruik van de voorkeursmethode SEAMap's (Substances Ecological Effects Assessment Maps) voor ecologische gevoeligheidskaarten (SEAMap's).

8. Snellere alternatieven

De in Hoofdstuk 7 geschetste SEAMap's methode met haar twee varianten biedt vele voordelen, maar zal veel tijd en inspanning vragen alvorens zij geheel operationeel is voor het NCP en de kustzone. Om deze reden worden in dit hoofdstuk nog een aantal snellere maar minder complete en minder ambitieuze benaderingswijzen geschetst (in Hoofdstuk 9 worden ze vergeleken met de SEAMap's).

8.1. Speciale gebieden NCP (ecologische 'schatkaart')

Een zeer simpele kaart van het NCP voor bestrijders zou kunnen bestaan uit een weergave van louter gebieden en eventueel objecten die ecologisch extra waardevol zijn en om die reden speciale bescherming behoeven. Hierbij kan gedacht worden aan natuurgebieden, paaigronden voor vissen, zeer rijke foerageergebieden, schelpenbanken, gebieden met een bijzondere benthische fauna, vogelkolonies maar bijvoorbeeld ook aan de openingen naar de Waddenzee en de inlaten van de estuaria in het Deltagebied. Deze laatste twee gebieden vallen weliswaar niet onder de doelstellingen van de huidige methodiek, maar zijn van groot belang als natuurgebieden op zichzelf en voor het functioneren van het Noordzee ecosysteem (kraamkamerfunctie enz.).

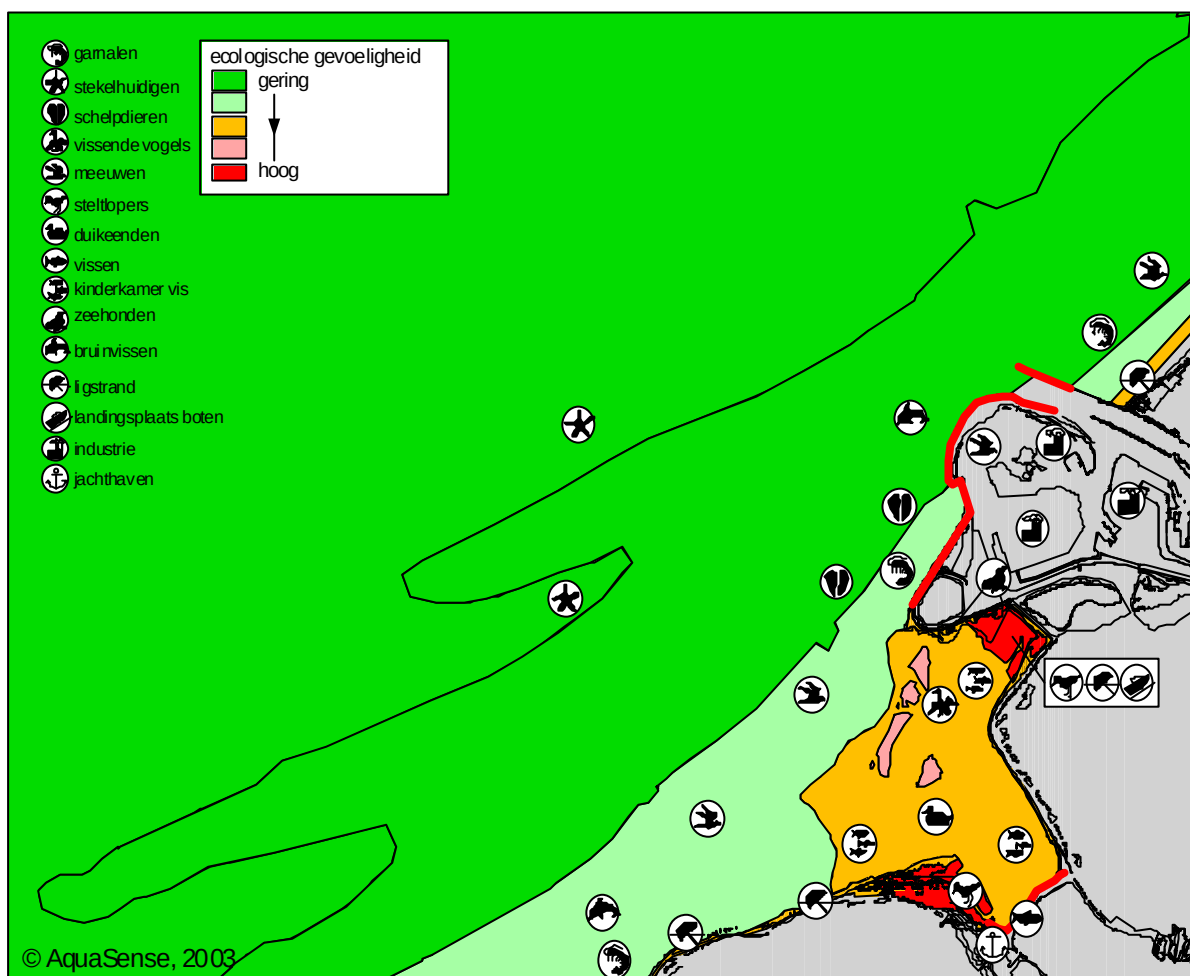
Dit soort gebieden kunnen op één enkele kaart met contourlijnen, arceringen e.d. en eventueel met speciale symbolen (zie ESI methodiek) aan worden geven. Wij vinden overigens dat het te overwegen is om op alle toekomstige kaarten, met welke methode ze ook worden gemaakt, de meest belangrijke ecologische locaties aan te geven. De hier voorgestelde kaart met speciale gebieden en objecten voor het NCP zou dus als een soort 'extra laag' aan alle andere kaarten moeten worden toegevoegd. De kaart is geen gevoeligheidskaart maar een soort ecologische 'schatkaart'.

Deze voorgestelde kaart van het NCP sluit qua opzet aan bij een ESI-kaart van de kust (zie volgende paragraaf).

8.2. ESI voor olie en de Nederlandse kustzone

Het opzetten van een systeem met ecologische gevoeligheidskaarten zou om kostentechnische overwegingen

stapsgewijs kunnen worden aangepakt. Omdat olie de meest getransporteerde bulkstof op zee is (olie en olieproducten staan volgens Van Bernem et al., 1994, voor >87% van alle getransporteerde stoffen in de regio) kan worden overwogen om in eerste instantie eens de internationaal geaccepteerde ESI-methode toe te passen op de Nederlandse kust. Dit zal een relatief eenvoudige exercitie zijn omdat de methode niet meer ontwikkeld hoeft te worden. Men heeft dan op korte termijn een operationeel kaartsysteem voor de vele kleine en grotere olierampen die op de Noordzee plaats vinden.



Figuur 8.1: Prototypekaart ESI-methode voor de kust van Vorne en de Maasvlakte (uitleg in tekst § 8.2).

In Figuur 8.1 wordt een prototype ESI-kaart getoond voor het kustgebied rond Vorne en de Maasvlakte. Deze kaart, die de gevoeligheid/risico's voor oliecontaminaties weergeeft, is samengesteld uit de kennis die door AquaSense verkregen is in het project ter voorbereiding van de aanleg van een Tweede Maasvlakte. Vanuit de natuurtypenkaart, die samengesteld is uit een combinatie van morfologische en ecologische gegevens en met overige informatie uit het project (Bijlage Natuur en recreatie

Landaanwinning; Gotjé et al., 1999) is een prototype voor een ESI-kaart samengesteld met een relatief hoge realiteitswaarde. In de hier gepresenteerde ESI-kaart is tevens een poging gewaagd om voor het NCP aan te geven wat de gevoeligheid is voor drijvende olieverontreinigingen (er zijn voor open zee binnen de bestaande ESI-indeling geen gevoeligheidsklassen gedefinieerd).

Voor de prototypekaart is de bestaande indeling van kustsystemen volgens het ESI-systeem op een aantal punten aangepast voor de Nederlandse kust. Het gaat daarbij niet zozeer om de indeling zelf als wel om de beoordeling van de gevoeligheid van de diverse kusthabitats. De belangrijkste wijziging is dat in het ESI-systeem door mensen aangelegd hard substraat dat sterk geëxponeerd is t.o.v. de heersende wind, golven en stromingen als weinig gevoelig staat aangegeven. In Nederland is er echter slechts weinig van dit substraat aanwezig, terwijl tevens de situatie op de Noordzee zich moeilijk laat vergelijken met hard substraat langs oceaankusten. Verder zijn de ondiepe relatief beschutte delen voor de kust in de Haringvlietmonding door de grote vogelrijkdom relatief gevoelig in vergelijking met meer open kustsystemen. De waardering van zandplaten, stranden en slikken past wel goed in het ESI-systeem.

Uit de kaart blijkt dat er op basis van de ESI-indeling in principe verschillen zijn aan te brengen in ecologische gevoeligheid van het Nederlandse kustgebied en dat de vele reeds bestaande ESI-symbolen uiterst verhelderend kunnen zijn. Dit zal met name de bestrijding van incidenten met olie ten goede komen. Er wordt echter wel aanbevolen nog eens kritisch te kijken naar de bestaande ESI habitatindeling. Veel habitats uit de lijst komen in Nederland niet voor en mogelijk zou men voor Nederland formeel nog wat meer differentiatie in de habitats en subcategorieën hiervan willen aanbrengen.

De ESI-kaarten van de Nederlandse kust voor olie zouden goed kunnen worden gebruikt naast de reeds bestaande atlas voor de kwetsbaarheid van zeevogels voor olie (Carter et al., 1993) of een verfijning of bewerking hiervan. Op deze wijze kan men op vrij korte termijn beschikken over operationele kaarten voor olieverontreiniging met een acceptabele ecologische relevantie. Het grootste risico van olie op zee is immers dat voor de aanwezige zeevogels en het andere belangrijke risico ontstaat vooral bij aanspoelen van olie op de kust.

De ESI-systematiek voor olie op de kust kan in een later stadium in stappen worden uitgebouwd tot een ESI benadering voor olie op het NCP en tot een ESI systeem voor alle mogelijke verontreinigende stoffen en niet alleen olie. In feite is dat dan de voorkeursmethode uit Hoofdstuk 7 met de ESI variant.

8.3. Ecologische componentenkaarten

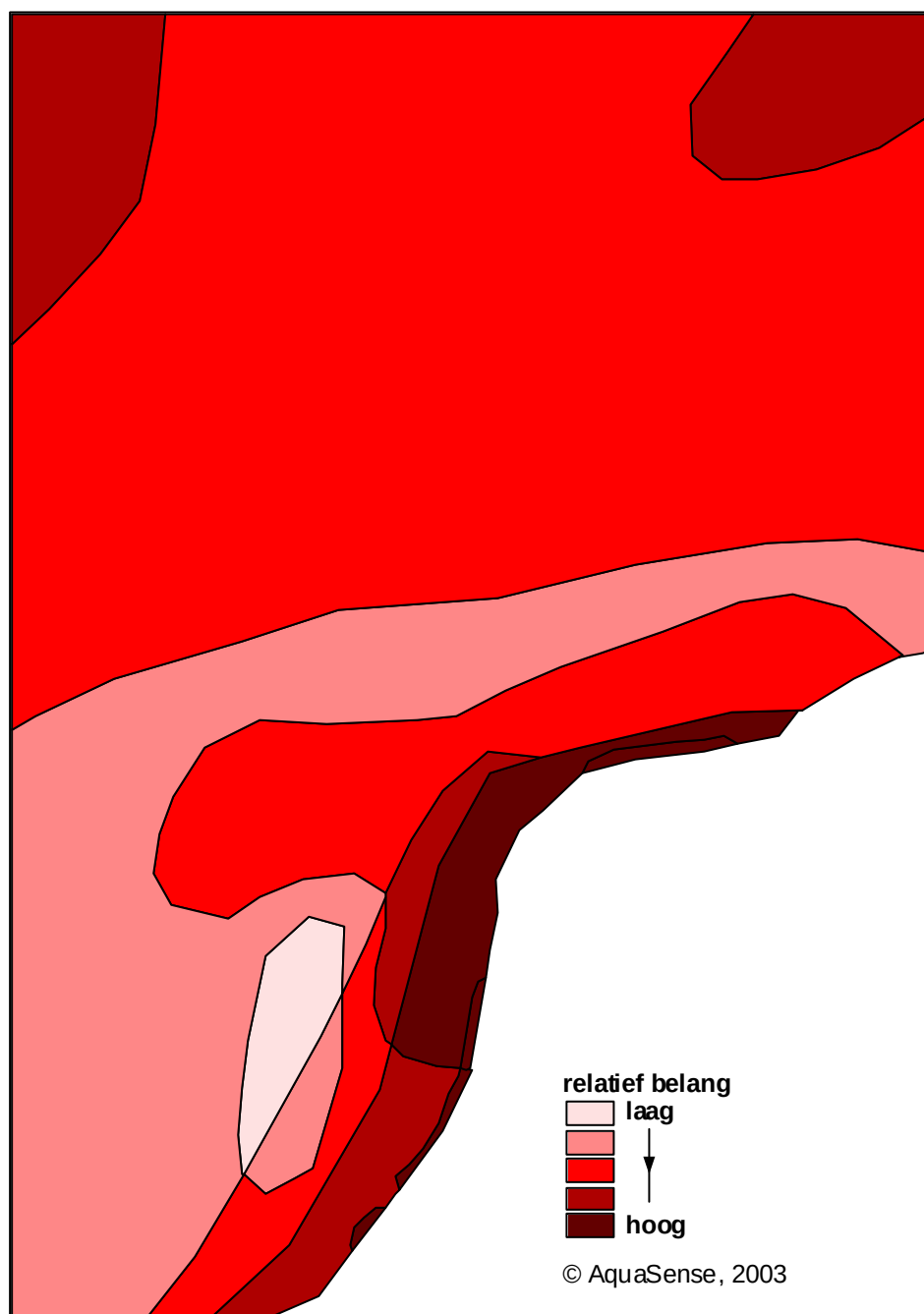
Een andere minder uitgebreide mogelijkheid is om kaarten te vervaardigen voor stoffen op basis van het versimpelde gedrag volgens de SEBC-indeling, te weten drijvende verontreinigingen, oplossende verontreinigingen en zinkende verontreinigingen. Voor deze kaarten zou dan louter gebruik kunnen worden gemaakt van die aanwezige ecologische componenten (voornamelijk groepen organismen) die met deze verontreinigingen in contact komen. Er wordt verder geen onderscheid gemaakt tussen seizoenen en er wordt ook geen rekening gehouden met de specifieke toxische eigenschappen van de stof zoals het werkingsmechanisme.

Volgens deze aanpak zou men de drie kaarten op de volgende ecologische componenten kunnen baseren:

- Kaart voor drijvende verontreinigingen – zeevogels en eventueel zeezoogdieren,
- Kaart voor oplossende verontreinigingen – plankton (fytoplankton, zoöplankton en eventueel primaire productie), pelagische vissen, filterfeeders (zowel pelagisch als op de bodem) en misschien bacteriën,
- Kaart voor zinkende verontreinigingen – macrobenthos, meiofauna, bentische vissen.

In Figuur 8.2 wordt een eerste voorbeeld gegeven van een kaart voor opgeloste toxische verontreinigingen. Het prototype geeft het belang van gebieden weer voor enkele componenten van het pelagische Noordzeesysteem. Dit ecologische belang is afgeleid uit drie factoren: de grootte van de primaire productie, de ligging van schelpenbanken en het belang van het pelagische milieu voor vissen en larven. De primaire productie (uit de Noordzeeatlas, 2002) is hiertoe in drie klassen ingedeeld, evenals het voorkomen van de schelpdierenbestanden en het pelagisch systeem. De minst gevoelige klassen hebben 0 punten gekregen en de meest gevoelige klassen hebben 2 punten gekregen. Door voor de drie beschouwde factoren alle punten op te tellen is voor het NCP als geheel een indeling in 7 klassen gemaakt voor gevoeligheid (van 0 tot 6 punten). De wijze waarop dit prototype is gemaakt is slechts een voorbeeld. Voor dit soort kaarten is in het kader van de huidige studie geen eenduidige methode afgeleid.

De aldus vervaardigde kaarten zijn *geen* ecologische gevoeligheidskaarten omdat geen rekening wordt gehouden met gevoeligheid van biota of ecosystemen voor bepaalde typen verontreinigingen. In de kaarten wordt louter zichtbaar gemaakt welke gebieden in hun algemeenheid belangrijker zijn dan andere gebieden voor de geselecteerde ecologische componenten. Er wordt geen uitspraak gedaan over welke van de ecologische componenten in dezelfde kaart belangrijker zou zijn dan andere bij een calamiteit.



Figuur 8.2: Prototype ecologische componentenkaart voor opgeloste verontreinigingen (uitleg in tekst § 8.3).

9. Uitvoering & kosten-baten analyse SEAMap's en alternatieven

9.1. Inhoudelijke toetsing

In Tabel 9.1 worden de twee varianten van de SEAMap's voorkeursmethode (Hoofdstuk 7) en de drie genoemde alternatieven (Hoofdstuk 8) onderworpen aan toetsing aan dezelfde inhoudelijke criteria als in Hoofdstuk 4. Op deze manier worden de principiële voordelen van de verschillende methoden samengevat.

Uiteraard scoren de varianten van de voorkeursmethode het hoogst en ook hoger dan de reeds bestaande systematieken elders (Hoofdstuk 4). Dat is logisch omdat de voorkeursmethode juist is opgezet om zoveel mogelijk aan de doelstellingen van de huidige studie te voldoen. De SensMaps variant van de SEAMaps scoort over de gehele linie genomen het beste. Deze methode is inderdaad het meest volledig en men kan er in de toekomst nog zeer veel kanten mee uit. Deze methode is echter tevens de duurste en het meest tijdrovend om te operationaliseren (zie § 9.2 en § 9.3).

De snellere alternatieven scoren inhoudelijk minder hoog.

Voor de ecologische 'schatkaart' wordt aanbevolen om deze sowieso te maken en die als een soort onderliggende laag in de andere kaarten te verwerken (waardoor die nog weer beter op een aantal inhoudelijke criteria zullen scoren).

Het voordeel van de drie ecologische componentenkaarten is dat men hiervoor makkelijk verschillende soorten gegevens kan combineren en dat ze goed aansluiten bij de informatie die bestrijders van calamiteiten met stoffen kort na een ramp tot hun beschikking hebben (vooral gedrag). Het grote nadeel is dat ze (waarschijnlijk) moeilijk relevant zijn te maken voor seizoensinvloeden en dat buiten het gedrag van de stoffen de toxicologische relevantie nagenoeg nihil is en het ecologisch realisme sterk gesimplificeerd.

ESI-kaarten voor olie op de kust zijn in tegenstelling tot de ecologische schatkaart en de ecologische componentenkaarten nog wel echte gevoeligheidskaarten, d.w.z. dat ze relevant zijn voor het type verontreiniging. Waarschijnlijk is de methode ook relatief eenvoudig toe te passen op het NCP indien men zich op effecten van olie op zeevogels zou richten. Deze kaarten zouden als eerste aanzet kunnen dienen tot het opzetten van een

uiteindelijke ESI-variant van de SEAMap's voorkeursmethode met bijbehorende set gevoeligheidskaarten.

Tabel 9.1: Globale inhoudelijke toetsing (baten) van voorkeurs- en alternatieve methodieken voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten in het kader de ontwikkeling van dergelijke kaarten voor het NCP en de Nederlandse kustzone.

Criteria	SEAMap's +		Ecologische 'schatkaart' NCP	ESI olie op kust	Ecologische componenten- kaarten NCP
	ESI variant	SensMaps variant			
<i>Fysisch/chemisch realisme</i>					
Diversiteit aan stoffen?	+	+	-	-	±
Gedrag, lot & verspreiding verdisconteerd?	+	+	-	±	±
(Voorspelde) concentratieniveaus?	+	+	+	±	+
Gemiddelde score (% van max.):	67	67	22	22	44
<i>Toxicologisch realisme</i>					
Blootstellingsscenario('s)?	+	+	-	-	±
Werkingsmechanisme?	+	+	-	±	-
Dosis-effect relaties?	+	+	+	-	+
Chronische/lange-termijn effecten?	+	+	-	+	-
Bioaccumulatie/doorvergiftiging?	+	+	-	±	-
Gemiddelde score (% van max.):	67	67	13	27	20
<i>Ecologisch realisme</i>					
Diversiteit (groepen) soorten?	+	++	-	±	±
Diversiteit biotopen/habitats?	+	++	-	-	±
Gebruik monitoringsgegevens?	-	±	-	±	-
Seizoensinvloeden?	±	+	±	±	-
Ecologisch in- en uitzoomen?	-	++	-	-	-
Ecologische relaties?	±	-	-	-	-
Ecologisch herstelvermogen?	+	++	-	+	-
Ecologische functies?	±	-	±	-	±
Natuurwaarde?	+	-	++	+	-
Gemiddelde score (% van max.):	40	56	19	26	11
<i>Kaarten/databases</i>					
Resolutie	+	+	+	±	+
Geografisch in- en uitzoomen?	+	+	+	-	+
Inzichtelijkheid voor bestrijders	++	+	++	++	++
GIS?	±	++	-	-	-
Achterhaalbaarheid gegevens	±	++	-	-	-
Koppeling aan databases?	-	++	-	-	-
Gemiddelde score (% van max.):	50	83	39	22	39
<i>Toepasbaarheid</i>					
Internationale standaardisatie?	++	+	-	++	-
Aansluiting bij (inter)nationale regelgeving	-	+	+	-	-
Direct toepasbaar op NCP?	+	+	+	-	+
Direct toepasbaar op kustzone?	++	++	+	+	-
Direct toepasbaar in Delta & Waddengebied?	+	+	+	±	-
Aansluiting op economische waardering**	+	+	±	±	-
Toepassing voor andere doeleinden?	-	++	+	-	±
Gemiddelde score (% van max.):	57	76	52	33	14
Overall gemiddelde score (%):	56	70	29	26	26

* in combinatie met verspreidingsmodellen

** extra criterium t.o.v. Tabel 4.1.

++ zeer goed (3 pnt.)
+ goed (2 pnt.)
± matig (1 pnt.)
- slecht (0 pnt.)

Tabel 9.2: Uitvoeringsplannen met benodigde werkzaamheden/deelprojecten per methode om ecologische gevoeligheidskaarten te maken en globale inschatting van de doorlooptijd per onderdeel en de kosten.

Criteria	SEAMap's voorkeursmethode +		Ecologische 'schatkaart' met speciale gebieden op het NCP	ESI olie op kust	Ecologische componentenkaarten NCP
	ESI variant	SensMaps variant			
<i>Activiteit</i>	Definitief classificatieschema van stoffen opstellen & flowschema voor indeling construeren.		Samenstellen één enkele kaart op basis van diverse informatiebronnen en bestaand kaartmateriaal.	Toetsen bestaande habitatindeling aan het Nederlandse kustgebied en eventueel uitbreiden.	Opzet methode en selectie gegevens en informatiebronnen. Nagaan of seizoensinvloeden kunnen worden verwerkt (vogels, plankton).
<i>Geschatte doorlooptijd</i>	6 weken		6 weken	4 weken	6 weken
<i>Activiteit</i>	Aanleggen (nieuwe) database met stofgegevens, zowel fysisch/chemisch als ecotoxicologisch (later ook continue activiteit).		Uitbreiden enkele kaart tot verschillende kaarten per seizoen.	Gedetailleerde (deel)kaarten met symbolen vervaardigen (in GIS) en afdrukken.	Kaarten vervaardigen (in GIS) en afdrukken hardcopies (3 evt. met seizoenen).
<i>Geschatte doorlooptijd</i>	1 jaar		2 weken	6 maanden	10 weken
<i>Activiteit</i>	Indeling kusthabitats vervolmaken en opzetten habitat- en gevoeligheidsindeling NCP door deskundigenpanel.	Kritische evaluatie recente MarLIN rapporten over methoden & haalbaarheidsstudie.		Eventueel doorgaan met ESI-variant voorkeursmethode (zie betreffende kolom in deze tabel)	
<i>Geschatte doorlooptijd</i>	1 maand	6 weken			
<i>Activiteit</i>	Methode toepassen op andere stofgroepen dan olie. Per stof groep klassenindeling maken. Deskundigenpanel.	Indeling ecotopen/biotopen geschikt maken voor NCP en Nederlandse kust; keuze (aanvullende) indicatorsoorten NCP en Nederlandse kust; aanpassen rekenmethoden.			
<i>Geschatte doorlooptijd</i>	2 maanden	6 maanden			
<i>Activiteit</i>	Kaarten vervaardigen (in GIS) en afdrukken hardcopies (± 30).	Doorrekenen gevoeligheden ecotopen, kaarten vervaardigen (in GIS) en afdrukken hardcopies (± 30).			
<i>Geschatte doorlooptijd</i>	8 maanden	1 jaar			

9.2. Uitvoeringsplannen

Op basis van de opbouw van de systemen en de voorgestelde aanpak in de voorgaande hoofdstukken is in Tabel 9.2 weergegeven welke werkzaamheden er moeten worden uitgevoerd om de verschillende kaartsystemen op te zetten. Hieraan toegevoegd is een geschatte doorlooptijd (dus de tijd die het kost om het product op te leveren, niet alleen de arbeidstijd). De kaart van de speciale gebieden kan sowieso worden gemaakt en als extra (onder)laag aan welk ander kaartstelsel worden toegevoegd.

9.3. Kosten & baten

In Tabel 9.3 zijn de kosten en baten van de voorkeurs- en alternatieve methoden aan de hand van een aantal criteria beoordeeld. De invulling is subjectief, maar de tabel geeft wel inzicht in hoe de uiteindelijke beoordeling tot stand komt. De kostenbeoordeling volgt min of meer uit § 9.2 en Tabel 9.2. De baten zijn beoordeeld aan de hand van de doelstellingen die in § 1.3 (de Inleiding) uiteen zijn gezet en de inhoudelijke beoordeling uit § 9.1.

Wat opvalt is dat de uiteindelijke gemiddelde score voor de methoden niet zeer sterk uiteen loopt. De gepresenteerde methoden hebben dus allen ongeveer dezelfde verhouding tussen kosten en baten volgens de gebruikte beoordelingwijze. De keuze tussen de verschillende methoden is dus voornamelijk afhankelijk van de uitgebreidheid die men wenst en de kosten die men daar voor over heeft. De SEAMap's hebben de voorkeur op inhoudelijke gronden. Ze leveren de meeste bruikbare informatie op maar zijn het duurst. De ecologische 'schatkaart' en de ESI methode voor olie op de kust vallen qua verhouding tussen kosten en baten net iets gunstiger uit. Dit betekent dat men met een geringe eerste (financiële) inspanning mogelijk al iets kan produceren waar men naar verhouding al baat bij kan hebben. Als men zou beginnen met het maken van standaard ESI-kaarten voor olie op de Nederlandse kust en men deze methodiek in een later stadium stapsgewijs zou uitbreiden tot het NCP en andere chemicaliën, zou deze wijze van kaarten maken zelfs nog gunstiger zijn.

Tabel 9.3: Samenvattende evaluatie (kosten/baten) van voorkeurs- en alternatieve methodieken voor het maken van ecologische gevoeligheidskaarten in het kader van de ontwikkeling van dergelijke kaarten voor het NCP en de Nederlandse kustzone.

Criteria	SEAMap's +		Ecologische 'schatkaart' NCP	ESI olie op kust	Ecologische componenten- kaarten NCP
	ESI variant	SensMaps Variant			
<i>Baten</i>					
Inhoudelijke onderbouwing gevoeligheid (zie ook onderdelen van Tabel 9.1)	+	++	-	+	-
Weergave speciale ecologisch gevoelige elementen*	+	+	+	+	+
Inzicht in soort ecologische effecten	±	±	-	-	-
Inzicht in ernst en omvang effecten in ruimte en tijd	+	+	-	±	-
Ondersteuning bij afweging bestrijdingsmethoden*	±	±	+	+	±
Gemiddelde score (% van max.):	53	67	27	47	20
<i>Kosten</i>					
Beschikbaarheid benodigde informatie	+	±	+	+	±
Doorlooptijd	±	-	++	+	+
Kosten	±	-	++	+	++
Gemiddelde score (% van max.):	33	11	89	67	67
Overall gemiddelde score (%):	43	39	58	57	44

* indien de 'schatkaart' bij de andere methoden sowieso als onderlaag voor deze kaarten wordt toegepast

++	zeer goed	(3 pnt.)
+	goed	(2 pnt.)
±	matig	(1 pnt.)
-	slecht	(0 pnt.)

10. Literatuur

- AquaSense (2003). Bodemdieren in de ondiepe kuststrook. In opdracht van: Rijksinstituut voor Kust en Zee. Rapportnr. 2120, AquaSense, Amsterdam.
- Arts, F.A. & C.M. Berrevoets (2002). Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van Alk/Zeekoet op het Nederlands Continentaal Plat. Rapportnr. 2002.039, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Middelburg, 37 pp.
- Baptist, H.J.M. & P.M. Wolf (1993). Atlas van de vogels van het Nederlandse Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.
- Bergman, M.J.N. & G.C.A. Duineveld (1990). Verspreiding van OBM-gevoelige macrobenthossoorten in de Noordzee. Rapport nr. 1990-7, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Bergman, M.J.N., J.W. Santbrink, J. Buijs, J.A. Craeymeersch, G.J. Piet, A.D. Rijnsdorp, C. Laban & W. Zevenboom (1998). The distribution of benthic macrofauna in the Dutch sector of the North Sea in relation to the micro distribution of beam trawling. Beon rapport nr. 98-2, Programma Bureau Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek van de Noordzee/Waddenzee (BEON), Den Haag, 89pp.
- Berrevoets, C.M. en F.A. Arts (2001). Ruimtelijke analyse van zeevogels: verspreiding van de Noorse Stormvogel op het NCP. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Middelburg.
- Boon, A.R. & W.A. Wiersinga (2002). Parameters Ecosysteemdooelen Noordzee. Rapportnr. EC-LNV 2002/116, Expertisencentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Brasseur, S.M.J. & M. Fedak, M. (2003). Habitat use of harbour seals in relation to recreation, fisheries, and large infra-structural works. Pp 27-31 in Anon. (Ed.): *Management of North Sea harbour and grey seal populations: Proceedings of the International Symposium at EcoMare, Texel, The Netherlands November 29-30, 2002. Wadden Sea Ecosystem, 17*. Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), Wilhelmshaven, Duitsland.
- Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold (1994). Atlas of seabirds in the southern North Sea. Rapportnr. 1994-8, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Carter, I.C., J.M. Williams, A. Webb & M.L. Tasker (1993). Seabird concentrations in the North Sea: an atlas of vulnerability to surface pollutants. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen.
- Coull, K.A., R. Johnstone & S.I. Rogers (1998). Fisheries Sensivity maps in British waters. UKOOA publication. Website: www.cefas.co.uk/fsmaps/sensi-maps.pdf.
- Craeymeersch, J.A., O. Hamerlynck, K. Hostens, A. Vanreusel & M. Vincx (1990). De ecologische situatie van de Voordelta. Rapport deel 1, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (thans NIOO-CEMO), Yerseke.

- Daan, N. (2000). De Noordzee-visfauna en criteria voor het vaststellen van doelsoorten voor het natuurbeleid. Rapportnr. C031/00, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), IJmuiden.
- Daan, R. & M. Mulder (2003). The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea. Rapportnr. 2003-7, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Duineveld, G.C.A., P.A.W.J. de Wilde & A. Kok (1990). A synopsis of the macrobenthic assemblages and benthic activity in the Dutch sector of the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 26, 125-138.
- Faber, J.H., J.J.C. van der Pol, T.C. Klok, P.F.A.M. Römken, J. Lahr, Y. Wessels, M.A. van der Leemkule, K. Spaan, H.R.G. de Ruiter & J.H. de Jong (2003). Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems: van (eco)toxicologische expertise naar een beslissings-ondersteunend systeem. Fase 1 pilotstudie. SKB Project SV-034, Stichting Kennisontwikkeling & Kennisoverdracht Bodem (SKB), Gouda.
- Franzs, H.G., J.M. Colebrook, J.C. Gamble & M. Krause (1991). The zooplankton of the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research* 28, 1-52.
- GESAMP (2002). Revised GESAMP hazard evaluation procedure for chemical substances carried by ships. Rep. Stud. GESAMP No. 64, 126 pp.
- Gotjé, W., F. Heinis, A. Otte, K. Broersen en E Lofvers (1999). Huidige situatie natte natuur. (Inter)nationale diversiteit ecosystemen en (inter)nationale diversiteit soorten. Rapport Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten, Rotterdam.
- Groenewold, S., P. Ruurdij, J. van der Meer, G. Duineveld, M. Bergman & A. Rijnsdorp (2002). Verdere ontwikkeling benthos module (BENBOX) t.b.v. integraal model effectketen Noordzee (Development of the benthos module BENBOX as part of an integrated model for effect assessment in the North Sea). MARE deelrapport nr 3.17. Flyland, Onderzoeksprogramma Luchthaven in Zee, 35 pp. Alterra, Texel.
- Holtmann, S.E. & A. Groenewold (1992). Distribution of zoobenthos on the Dutch continental shelf: the Oysterground, Frisian Front, Vlieland Groend and Terschelling Bank. Rapportnr. 1992-8, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Holtmann, S.E. & A. Groenewold (1994). Distribution of zoobenthos on the Dutch continental shelf: the western Frisian Front, Brouwn Bank and Broad Fourteens (1992/93). Rapportnr. 1994-1, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen & J. van der Meer (1996). Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, 244 pp.
- ICONA (1992). Noordzee atlas voor het Nederlandse beleid en beheer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- IMO/IPIECA (ongedateerd). Sensitivity mapping for oil spill response. IMO/IPIECA report series vol. 1, IMO/IPIECA.
- Kabuta, S.H. en H. Duijts (2000). Graadmeters voor de Noordzee. Rapportnr. 2000.022, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.

- Koopmans, M. & M. van den Heuvel-Freve (2003). Development of a method for the classification of the behaviour and environmental effects of hazardous noxious substances in seawater. Project: "System management for contingency in case of accidental or deliberate marine pollution with harmful substances". Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.
- Klepper, O. & D. van de Meent (1997). Mapping the potentially affected fraction (PAF) of species as indicator of generic stress. Rapport nr. 607504001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.
- Knijf, R.J., T.W. Boon, H.J.L. Heessen & J.R.G. Hislop (1993). Atlas of North Sea Fishes. ICES Co-operative research report. No 194. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO), IJmuiden.
- Lavaleye, M.S.S. (2000). Karakteristieke macrobenthos levensgemeenschappen van het NCP & trendanalyse van de macrobenthos diversiteit van de oestergronden en het Friese Front. Rapport Ecosysteendoelen Noordzee. Rapportnr. 2000-9, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Lavaleye, M.S.S., H.J. Lindeboom & M.J.N. Bergman (2000). Macrobenthos van het NCP. Rapport Ecosysteendoelen Noordzee. Rapportnr. 2000-4, Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Leewis, R.J., N. Dankers, D.J. de Jonge (1998). Naar een ecotopensysteem zoute wateren Nederland. BEON Rapport nr. 98-11, Programma Bureau Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek van de Noordzee/Waddenzee (BEON), Den Haag, 22 pp.
- Leopold, M.F. (1996). *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. BEON Rapport nr. 96-2. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Leopold, M.F. & N.M.J.A. Dankers (1997). Natuur in de zoute wateren. IKC-natuurbeheer, Wageningen, 199 pp.
- MacDonald, D.S., M. Little, N.C. Eno & K. Hiscock (1996). Disturbance of benthic species by fishing activities: a sensitivity index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 257-268.
- McMath, A., A. Cooke, M. Jones, C.S. Embrow, G. Wyn, S. Roberts, M.J. Costello, B. Cook & E.M. Sides (2000). Sensitivity mapping of inshore marine biotopes in the southern Irish Sea (SensMap): final report. Maritime Ireland-Wales INTERREG. Ecoserve, Dublin/Countryside Council for Wales, Bangor, Wales/Duchas The heritage Service, Dublin.
- NOAA (2002). Environmental Sensitivity index guidelines. Version 3.0. NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11. National Oceanic and Atmospheric Administration, Ocean Service, Office of Response and Restoration, Hazardous Materials Response Division, Seattle, USA.
- Noordzeeatlas (2002). Website: www.noordzeeatlas.nl. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.
- Pijnenburg, J. (2002). Verzamelen stofgegevens bij calamiteiten. Versie 2: juli 2002. Handleiding. Werkdocument nr. RIKZ/OS/2000/36x, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.

- Reijnders, P.J.H.; Brasseur, S.M.J.M. & A.G. Brinkman (2003a). The phocine distemper virus outbreak of 2002 amongst harbour seals in the North Sea and Baltic Sea: spatial and temporal development, and predicted population consequences. Pp 19-25 in Anon., (Ed.): *Management of North Sea harbour and grey seal populations: Proceedings of the International Symposium at EcoMare, Texel, The Netherlands November 29-30, 2002. Wadden Sea Ecosystem*, 17. Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), Wilhelmshaven, Duitsland.
- Reijnders, P., K. Abt, S. Brasseur, S. Tougaard, Siebert, U. & E. Vareschi (2003b). Harbour Seal counts – sense and sensibility in evaluating arial counts of harbour seals in the Wadden Sea. *Wadden Sea Newsletter* 2003-1, 9-12.
- Rijnsdorp, A.D., A.M. Buys, F. Storbeck & E.G. Visser (1998). Micro-scale distribution of beam trawl effort between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. *ICES Journal of Marine Science* 55, 403-419.
- RIVM (1999). Environmental risk limits in The Netherlands. Part III. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.
- Schaefer, M. & W. Tischler (1983). *Wörterbücher der Biologie – Ökologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Duitsland.
- Tortell, P. (1992). Coastal zone sensitivity mapping and its role in marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin* 25, 88-93.
- Traas, T.P., R. Luttkik & R. Posthumus (1998). The potentially affected fraction for target species: additional data and calculations. Rapport nr. 607504005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.
- Van Berkel, C., A.R. Boon & W.A. Wiesinga (2002). *Natuurwaardenkaart Noordzee*. Rapportnr. EC-LNV 2002/115, Expertisencentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Van Bernem, K.-H., M. Grotjahn, J. Knüpling, H.L. Krasemann, A. Müller, L. Neugebohrn, S. Patzig, G. Ramm, R. Riethmüller, G. Sach, S. Suchrow (1994). Thematische Kartierung und Sensitivitätsraster im deutschen Wattenmeer. Juni 1987 – Juni 1993. GKSS 94/E/10. GKSS Forschungszentrum, Geesthacht, Duitsland.
- Van Dalfsen, J.A. & K. Essink (1997). Risk analysis of coastal nourishment techniques in The Netherlands. National evaluation report (The Netherlands), Rapportnr. 97.022, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.
- Van Horssen, P.W., J.G. Hartholt & D.J. de Jong (1999). *Ecotopen-GIS Noordzee*. Rapportage derde fase. Werkdocument RIKZ/OS-99.110x, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.
- Van Raaphorst, W., C.J.M. Philippart, J.P.C. Smit, F.J. Dijkstra & J.F.P. Malschaert (1998). Distribution of suspended particulate matter in the North Sea as inferred from NOAA/AVHRR reflectance images and in situ observations. *Journal of Sea Research* 39, 197-215.
- Van Scheppingen, Y. & A. Groenewold (1990). De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. MILZON Benthos rapport nr. 90-03. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Den Burg, Texel.
- Visser, C.M. (2002). Inventarisatie van materiaal met betrekking tot SENSMAPS. Werkdocument nr. RIKZ-OS-2002.121x, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Den Haag.

- Witteveen + Bos (2003). Maatschappelijke kosten en baten van verontreinigingen op zee. Economische waardering van ecosysteemschade. Werkdocument nr. 2003.107x, RIKZ, Den Haag.
- Zühlke, R. (1998). Monitoring biodiversity of epibenthos and demersal fish in the North Sea and Skagerrak. Monitoring report 2001 to the Commission of the European Community. EC project 98/021. Commission of the European Community, DG IV (Fisheries), Brussel.

Bijlagen

Bijlage1 – Informatiebronnen voor stofgegevens

Databases via Toxnet

Een snelle manier om stofgegevens te zoeken is de internetsite <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

Deze internetsite wordt beheerd door 'The Specialized Information Services (SIS) Division' van de 'National Library of Medicine (NLM)'. Op deze internetsite kan in een achttal database gezocht worden, te weten:

- HDSB - Hazardous Substances DataBase
Hazardous Substances Data Bank - Broad scope in human and animal toxicity, safety and handling, environmental fate, and more. Scientifically peer-reviewed.
- IRIS - Integrated Risk Information System
Integrated Risk Information System - data from the EPA in support of human health risk assessment, focusing on hazard identification and dose-response assessment.
- GENE-TOX - Genetic Toxicology (Mutagenicity)
GENE-TOX - Peer-reviewed mutagenicity test data from the Environmental Protection Agency (EPA).
- CCRIS - Chemical Carcinogenesis Research Info System
Chemical Carcinogenesis Research Information System - carcinogenicity, mutagenicity, tumor promotion, and tumor inhibition data provided by the National Cancer Institute (NCI).
- TOXLINE - Toxicology Bibliographic Info
Extensive array of references to literature on biochemical, pharmacological, physiological, and toxicological effects of drugs and other chemicals.
- DART/ETIC - Developmental & Reproductive Toxicology
Developmental and Reproductive Toxicology and Environmental Teratology Information Center - Current and older literature on developmental and reproductive toxicology.
- TRI - Toxic Release Inventory
Annual estimated releases of toxic chemicals to the environment – The Environmental Protection Agency's TRI (Toxics Release Inventory) - reporting years 1995 - 2000.
- ChemIDplus
Numerous chemical synonyms, structures, regulatory list information, and links to other databases containing information about the chemicals.

De database zijn echter niet allemaal even interessant. In een aantal bestanden, te weten TOXLINE en DART, kunnen alleen (abstracts van) artikelen gezocht worden. Voor het Calprea-project is dit niet bruikbaar, omdat de informatie niet direct beschikbaar is.

De bestanden IRIS, GENE-TOX en CCRIS zijn gericht op de toxiciteit en carcinogeniteit voor mensen en bevatten onder andere resultaten van ratten-, muizen- en in vitro testen. Het bestand TRI geeft informatie over emissie door fabrieken in de Verenigde Staten en is daarom voor de Noordzee minder interessant.

Voor het Calprea-project blijven dus twee interessante databases over: ChemID*plus*, voor het zoeken van CAS-nummers, synoniemen en een overzicht van databases met informatie, en HSDB. De Engelstalige HSDB is een bijzonder geschikte database om in te zoeken. De HSDB database geeft informatie over een groot aantal stoffeigenschappen, van gebruik, fysisch chemische eigenschappen, gedrag in het milieu, toxiciteit voor zoogdieren (m.n. ratten en muizen), mens en milieu, enzovoorts. De database is op gratis internet beschikbaar. De gegevens in de database zijn gereviewd. Indien het CAS nummer bekend is heeft dit de voorkeur omdat dit het meest nauwkeurige resultaat oplevert, maar er kan ook op naam gezocht worden. Alle namen die lijken op de ingetypte naam worden ook getoond.

De gegevens kunnen als geheel worden bekeken, maar zijn tevens onderverdeeld in categorieën, die elk afzonderlijk bekeken kunnen worden. Door op de knop 'expand categories' te drukken komen alle subcategorieën binnen een categorie in beeld, zodat heel snel naar de gewenste informatie geklikt kan worden. Ook is het mogelijk een selectie te maken van de informatie die men wil zien.

De voor het CALPREA project meest interessante informatie is te vinden onder (zie tabel op volgende pagina):

Categorie	Interessante subcategorie	Opmerkingen
Animal toxicity studies	Ecotoxicity values	Bevat met name acute data voor waterorganismen
environmental fate and exposure	Bijna alle	Interpretatie en samenvatting van onder andere de verspreiding naar lucht, water en sediment, de biotische en abiotische afbraak, bioconcentratie en aangetroffen milieuconcentraties; voor de interpretatie wordt gebruikt van de tevens apart vermelde fysisch chemische eigenschappen
Chemical/physical properties	Alle	o.a. Kow, dampspanning, oplosbaarheid, dichtheid
Environmental standards and regulations	Alle	Vnl. buitenlandse normen
Chemical safety and handling	Bijna alle, maar met name 'cleanup methods'	Voornamelijk humaan gericht
Synonyms and identifiers	Vrijwel alle	synoniemen, gerelateerde HSDB gegevens, bijvoorbeeld van metabolieten, formuleringen, transport nummers e.d.

Er staan gegevens voor een groot aantal stoffen in de database. De gegevens worden regelmatig geüpdate. De beschikbare informatie verschilt sterk per stof. Met name met betrekking tot de ecotoxiciteit lijkt de informatie wat summier, en aanvullend zoeken in gespecialiseerde databases wellicht nuttig zijn.

Databases en boeken met fysisch chemische gegevens en veelal ook (eco)toxicologische gegevens

De LOGKOW database bevat ongeveer 30.000 experimenteel bepaalde octanol/water verdelingscoëfficiënten (log Kow) voor meer dan 20.000 biologisch actieve stoffen, waaronder geneesmiddelen, verven en biocides. Elk record bevat een systematische chemische naam, een CAS-nummer, een SMILES structuur notatie, de meetmethoden en referenties. Indien bekend wordt ook de zuurdissociatie constante (pKa) gegeven. De database is verkrijgbaar op diskette of kan online doorzocht worden. Voor meer informatie zie www.tds-tds.com/fs_log.htm.

EASY-VIEW is een CD-rom met fysisch chemische en (eco)toxicologische data informatie voor ongeveer 180.000 stoffen. Ook normen en het voorkomen van de stof op nationale en internationale lijsten van aandachtstoffen zijn opgenomen. Daarnaast zijn in de database ook CAS-, EINECS-, VN-nummers en de IUPAC-naam te vinden. De database is snel en

gemakkelijk toegankelijk. RIKZ heeft een jaarabonnement op de database.

Na eenmalig aanmelden kan via de website <http://chemfinder.camsoft.com> gratis gezocht worden naar chemische structuur, chemische eigenschappen en links naar websites met informatie over de stof.

De SAX, het 'Handbook of dangerous properties of industrial materials' is beschikbaar op cd-rom. Het handbook bevat fysisch chemische gegevens, toxiciteitsdata en veiligheidsdata over 22,380 stoffen.

De IUCLID EU-database (de International Uniform Chemical Information Database) bevat chemische gegevens van 2604 stoffen met een groot productievolume (de zogenaamde HPV stoffen). In deze uitgebreide database staan fysisch chemische gegevens en (eco)toxiciteitsgegevens. Ook worden de producten, de productie en de emissiegegevens vermeld. In de toekomst zullen zelfs de risicobeoordelingen van de EU opgenomen worden.

EPI-suite is een database die gebruik maakt van QSAR's (Quantitative Structure Activity Relationships). Deze database is te downloaden via <http://www.epa.gov/opptintr/exposure/docs/episuite.htm>. EPI-suite berekent fysisch chemische eigenschappen voorspelt de verspreiding in het milieu. Onderdeel van EPI-suite is het model ECOSAR (Ecological Structure Activity Relationships), dat de toxiciteit voor aquatische organismen zoals vissen, invertebraten en algen voorspelt op basis van de structuur.

Via <http://www.chemweb.com/databases> kan in 17 verschillende chemische databases gezocht worden naar voornamelijk fysisch chemische eigenschappen. Vijf van deze databases zijn gratis, voor de overige moet betaald worden, alhoewel het onduidelijk blijft waar precies voor betaald moet worden. Van de vijf gratis databases is de NIST Chemistry WebBook geschikt voor het opzoeken van Henry's law constanten. Van de overige van de 17 databases is wellicht Bretherick's Reactive Chemical Hazards Database nog interessant. Hierin staan potentiële chemische reacties vermeld.

In de boeken Verschueren Material Environmental Data Sheets en Environmental data on industrial chemicals is fysisch chemische en ecotoxicologische data te vinden.

De PAN Pesticide Database is data te vinden over de toxiciteit en registratie van ongeveer 6.400 insecticiden, herbiciden en andere pesticiden. De database wordt verzorgd door het Pesticide Action Network en kan gratis doorzocht worden via www.pesticideinfo.org.

In de ECOTOX database kan gezocht worden naar acute en chronische toxiciteitsdata van aquatische en terrestrische organismen. Ook wordt informatie over bioaccumulatie gegeven. In deze database zijn de gegevens van de databestanden AQUIRE (aquatische toxiciteitsgegevens), TERRATOX (terrestrische toxiciteitsgegevens) en PHYTOTOX

Databases en boeken
met (eco)toxicologische
gegevens

(toxiciteitsgegevens voor terrestrische planten, voornamelijk productiegewassen) opgenomen. De ECOTOX database is gratis te doorzoeken via <http://www.epa.gov/medecotx/ecotox/home.htm>. De meeste opgenomen data is gepubliceerd tussen 1972 en 2001 en wordt gereviewd. De database wordt beheerd door de Environmental Protection Agency (EPA).

Aquatox is een bestand met gegevens voor bijna 600 stoffen. Het bestand bevat acute en chronische toxiciteitsgegevens en gegevens met betrekking tot de fysische-chemische eigenschappen. Het programma is op diskette verkrijgbaar en is uitgebracht door BKH Adviesbureau en Rijkswaterstaat (RIZA).

De CD-rom Adepts bevat een toxicologische en fysisch-chemische database met gegevens van circa 850 stoffen. De database is door het RIKZ en het RIZA opgesteld. De gegevens uit de bovengenoemde database Aquatox zijn opgenomen in Adepts. De gegevens zijn gereviewd en hebben een kwaliteitsaanduiding.

De ETOX database bevat data over terrestrische en aquatische ecotoxicologie. De database is in het Duits en is gratis te doorzoeken op <http://anubis.uba.de/etox>. Er kan gezocht worden op naam of CAS-nummer. Voor zover na te gaan is de data niet gereviewd.

Het handboek *Photobacterium phosphoreum* bevat voor meer dan 1250 stoffen EC50-waarden voor de acute Microtoxtest met de bacterie *Vibrio fischeri* (voorheen *Photobacterium phosphoreum*).

Overige databases en boeken

De Cd-rom 'Transport gevaarlijke stoffen' bevat transportvoorschriften per stof, onder andere voorwaarden voor vrijstellingen, selectie van toegestane verpakkingen, routebeperkingen bij slecht weer, enzovoorts. De Cd-rom is te koop via <http://www.tenhagenstam.nl/>.

Nederlandse normen voor de aanwezigheid in oppervlaktewater zijn te vinden in het boek 'Normen voor het waterbeheer', uitgegeven door de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW).

Een selectie van potentiële probleemstoffen voor de Noordzee is gemaakt door het RIKZ (RIKZ rapport 2000.034).

Bijlage 2 – Toelichting ecologische gegevens

Klasse I gegevens

Fytoplankton

Fytoplankton wordt zowel langs de kust gemonitord, waarbij soorten in de voorgrond staan die mogelijk problemen kunnen veroorzaken zoals plaagalgen of potentieel toxische algen, als langs raaien op het NCP. Het hele NCP wordt alleen om de 4 jaren met een relatief lage resolutie bemonsterd (gegevensbron nr. 4).

In de kustwateren worden ook seizoensaspecten onderzocht, onder meer met behulp van *in situ*-flowcytometer. Dergelijk onderzoek vindt slechts op enkele locaties plaats. Er zijn ook kaarten over primaire productie beschikbaar (gegevensbron nr. 1). Echter zijn deze op oude datasets gebaseerd.

Remote sensing opnames vanuit ruimtesatellieten (of vliegtuigen) van de Noordzee met data over chlorofyl- en zwevendstof-gehalten (van Raaphorst et al. 1998) in het water zullen aanvullende gegevens kunnen opleveren en verdienen in het kader van het huidige onderzoek ook aandacht.

Zooplankton

Over zooplankton zijn, ondanks talrijke wetenschappelijke publicaties over lokale fenomenen of seizoensdynamiek (Franzs et al. 1991), in feite geen grootschalige monitorgegevens voor het NCP beschikbaar, uitgezonderd de gegevens over vislarven (gegevensbron nr. 22). Deze kennisleemte betreft ook het zogenoemde meroplankton, de larven van bodemdieren, welke in bepaalde periodes van het jaar een belangrijke deel van het hele zooplankton kunnen uitmaken. Micro-zooplankton (ondermeer marine ciliaten) wordt slechts op de meetstations bij Noordwijk gemeten. Volgens het <waterplan> voor 2004 (RWS-website) wordt wel het aantal en samenstelling van zooplankton gemeten, maar op dit moment is geen rapport of kaart beschikbaar.

Er is wel informatie beschikbaar vanuit internationale survey's met de Hardy-plankton-recorder (CPR) (Sir Alister Hardy Foundation, SAHFOS), maar de resolutie van deze lange-termijn datareeks is voor de zuidelijke Noordzee laag (3 transecten).

Benthos

Over benthos is vrij gedetailleerde informatie beschikbaar met een zeer hoge resolutie en vaak het hele NCP omvattend. Dit geldt vooral voor macrozoobenthos. Maar ook over meiofauna (benthos < 1mm, tussen de zandkorrels, nr. 6, 7.) of epibenthos (op de bodem levende vaak mobiele organismen, nr. 15, 16) is informatie over ruimtelijke verspreiding beschikbaar. Andere kaarten tonen het patroon van de biomassa verdeling en de diversiteit op het NCP.

De fauna op harde substraat van dammen en dijken, het strandhabitat en de ondiepe kust is alleen zeer lokaal en eenmalig bemonsterd (gegevensbron nr. 14) of de resultaten uit lopende monitorprogramma's zijn nog niet beschikbaar (project ecozand, S. Mulder, RIKZ. mond. med.; AquaSense, 2003). Geen enkele van de genoemde monitorprogramma's heeft seizoensaspecten in kaart gebracht. Seizoensdata zijn wel beschikbaar van enkele gedeeltes van het NCP, b.v. van de Oestergronden (NIOZ databank).

Naast samenvattende atlassen (gegevensbron nr. 10) bestaan er verschillende kaarten over functionele aspecten van het NCP, zoals gebieden die bijzondere soorten herbergen, hoge diversiteit vertonen of een hoge aandeel aan langlevende soorten bevatten (gegevensbron nr. 12, Lavaleye et al., 2000; Lavaleye, 2000). Er is ook specifiek kaartenmateriaal over soorten die voor menselijke consumptie of voor het natuurbeleid van belang zijn (gegevensbron nr. 12, 13). Verder bestaat er een kaart over de verspreiding van OBM (oil-based drilling mud) gevoelige macrobenthossoorten op het NCP. Deze kaart is beperkt geschikt omdat tegenwoordig geen olie houdende boorspoeling gebruikt wordt en omdat de verspreiding geen causale verband moet hebben met een bepaalde gevoeligheid tegenover olie (Bergman & Duineveld, 1990). Tot slot zijn verschillende monitorprogramma's zijn niet doorlopend.

De gemeenschapsanalyse uit de Noordzeeatlas (nr. 10) is mogelijk van bijzondere waarde in het kader van gevoeligheidskaarten. Er zijn 7 duidelijk van elkaar te onderscheiden benthos-clusters op het NCP te vinden die gedeeltelijk aan biotische factoren zoals waterdiepte, waterstroming en sedimenteigenschappen gerelateerd zijn (zie ook ecotopenkaart). Deze gemeenschappen worden gekarakteriseerd door een aantal kenmerkende soorten en bepaalde patronen in de biomassa verdeling en diversiteit. Deze patronen kunnen worden gebruikt voor het bepalen van key-species voor bepaalde habitats in aansluiting met het key-species concept van de Britse MarLin methode. Voordeel is dat een relatief klein aantal soorten grote gebieden kunnen vertegenwoordigen en over sommige van deze soorten veel ecotoxicologisch kennis bestaat (b.v. over *Echinocardium cordatum* en *Corophium volutator*).

Theoretisch zijn verder nog andere benaderingen met behulp van benthos-BIOMON data denkbaar. De dataset is geschikt om kaarten van ecosysteemfuncties te verbeelden, zoals b.v. de relatieve biomassa aandeel van suspensiefeeders, depositfeeders, predatoren en opruimers (Groenewold et al, 2002). Deze functionele aspecten zijn mogelijk makkelijker in verband te brengen met het gedrag van bepaalde stoffen in het systeem en reduceren de

benodigde informatie tot benthos tot op weinige trofische groepen (en dus toonbaar op een geringer aantal kaarten). Dit soort informatie is waardevol als b.v. over een bepaalde stof bekend is dat juist suspensiefeeders door deze stof sterker getroffen worden dan depositfeeders. Een gevoeligheidskaart zou dan onafhankelijk van de precieze soortsaamenstelling kunnen aangeven waar gebieden met hoge concentraties aan suspensie-feeders voorkomen. Een hoge aantal subsurface- depositfeeders in de bodem zal b.v. invloed op de persistentie van stoffen hebben omdat deze groep de bodem voortdurend doorwoelt en deze bioturbatie een positieve effect op de afbraak van een stof kan hebben.

De trofische structuur en de grootteverdeling van organismen op het NCP kunnen ook aanknopingspunten bieden om andere in dit kader relevante eigenschappen van het bentische systeem (b.v. draagkracht, herstelsnelheid of veerkracht) in kaart te brengen. Maar op dit moment zijn geen betrouwbare kaarten hierover beschikbaar, noch is er een algemene erkende methode beschreven.

Vissen

Zowel pelagische als ook bentische vissen worden op het NCP intensief gemonitord. Data uit verschillende surveys uit 1985-1987 zijn in een atlas samengevat, maar in principe zijn recente gegevens (GIS gebaseerd) op aanvraag beschikbaar bij het RIVO. De resolutie is in het bijzonder zeer hoog langs de kust. Verschillende programma's houden rekening met seizoensverschillen en vinden internationale aansluiting. Functionele aspecten worden b.v. in vorm van kaarten over paaigronden en jongvisbestand (kinderkamers) getoond. Deze komen in principe overeen met gevoeligheidskaarten die door het CEWAS zijn ontwikkeld voor vissen in Britse wateren (Coull et al. 1998). Deze gevoeligheidskaarten gaan nog een stap verder en tonen onder meer de relatieve economische waarde van vis in een bepaalde gebied. Soortgelijke kaarten kunnen op basis van aanwezige data ook voor het NCP uitgevoerd worden. Voor het NCP zijn achtergronddata over de ruimtelijke verspreiding van doelsoorten uit het natuurbeleid (Daan, 2000) beschikbaar. Kaarten over de microverspreiding van visserij-intensiteit op het NCP met hoge resolutie geven uitkomst over het gebruik en de verstoring van ecologische hulpbronnen.

Zeevogels en zeezoogdieren

Zeevogels worden intensief gemonitord en de informatie is per seizoen en op soortniveau beschikbaar (op aanvraag als GIS bestanden via CSR consultancy, NIOZ database en European Seabirds At Sea database). In het kader van gevoeligheidskaarten is bovendien informatie relevant over de samscholing van zee-eenden in de winter dicht onder de kust, broedseizoenen van vogels langs de kust (sterntjes, meeuwen) of tijdelijke samscholing van zeekoeten en alken in offshoregebieden.

De verspreiding van zeezoogdieren op het NCP is in grote patronen bekend (gegevensbronnen nr. 26-28). In hoeverre zeehonden niet alleen de kustwateren bewonen maar gebruik maken van de hele

NCP wordt op dit moment met behulp van telemetrie onderzocht en zal in toekomst ook kaartmateriaal opleveren (Brasseur & Fedak, 2003; Reijnders et al., 2003a & 2003b; mond.med S. Brasseur, Alterra).

Klasse II gegevens

Binnen het project Habimap zijn voor de Waddenzee, de Deltawateren en de Noordzee (NCP) met behulp van GIS ecotopenkaarten¹ uitgewerkt (van Horssen et al., 1999). Voor het NCP zijn 6 verschillende ecotopen onderscheiden op basis van bodemsamenstelling en de waterdiepte. Voor andere gebieden zijn ook de bodemdynamiek of biotische parameters meegenomen. Abiotische factoren of habitatparameters spelen voor de structuur en dynamiek van het ecosysteem een bepalende rol (bovendien ook voor het gedrag van een bepaalde stof in het systeem). Dit is de reden voor de redelijk grote overeenkomsten tussen de ecotopen-GIS kaart van de Noordzee en de verspreiding van de 7 belangrijkste soortenclusters van zoöbenthos (gegevensbron nr. 10). Een nadeel is dat uitsluitend rekening wordt gehouden met het bentische systeem en bovendien bepaalde habitats buiten beschouwing blijven (strand, harde substraat).

De geïntegreerde natuurwaardenkaart (van Berkel et al. 2002) wijst gebieden aan met verhoogde natuurwaarde en vormt voornamelijk een hulpmiddel voor toekomstig natuurbeleid. De informatiebronnen voor deze kaarten zijn bovengenoemde monitorprogramma's (tabel x10). De volgende drie criteria zijn voor vier verschillende categorieën toegepast (bodemfauna, vissen, zeevogels, zeezoogdieren):

- ongestoordheid,
- hoge biodiversiteit en
- het belang voor bijzondere soorten van een gebied.

Voor twee andere categorieën, fysische processen en beleving, is alleen het criterium ongestoordheid toegepast. In totaal wordt het NCP op deze manier in 5 verschillende zones ingedeeld, van een zone met hoogste score op natuurwaarden t/m zones met lage of zonder score.

Ondanks de eenvoudige indeling vormt deze kaart geen geschikte basis voor een ecologische gevoeligheidskaart omdat geen causale verbanden kunnen worden gelegd tussen bepaalde eigenschappen van stoffen (die bij een ramp in het systeem vrijkomen) en de

¹ De abiotische factoren in een bepaald gebied vormen samen een habitat volgens de ecologische definitie van het Britse project MarLIN. Een biotoop wordt gevormd door de abiotische habitat plus de in dat habitat kenmerkende levensgemeenschap. In deze zin is b.v. een slibbodem met kenmerkende bewoners of een mosselbank met geassocieerde fauna een biotoop. Desondanks worden de begrippen habitat en biotoop in de literatuur niet altijd zuiver gebruikt en zijn b.v. volgens Schaefer & Tischler (1983) synoniemen. De term "ecotoop" is volgens Leewis et al. (1998) gedefinieerd als ruimtelijke eenheid die homogeen is aangezien de abiotische en biotische factoren die de aard van levensgemeenschap en tot op zekere hoogte de soortensamenstelling vormen.

mogelijke sterk verschillende werking van stoffen op enkele ecosysteemcomponenten. Deze verbanden en informatiebronnen zijn voor een betrouwbare risico-inschatting echter van essentieel belang. Een andere nadeel is dat geen seizoensaspecten worden weergegeven.

Naast de geïntegreerde kaart worden voor benthos, vissen en vogels b.v. ook separate natuurwaardenkaarten getoond die in vergelijking met de basiskaarten (zie b.v. benthos, gegevensbron nr. 12) indicatief zijn. Daarom verdienen, als mogelijke basis voor gevoeligheidskaarten, de originele kaarten of datasets de voorkeur. Als de integrale natuurwaardenkaart een officiële status krijgt b.v. in vorm van de aanwijzing van beschermde gebieden (MPA) kan deze kaart mogelijk een belangrijke basis vormen bij de voorzorg en bestrijding van rampen. Hetzelfde geldt voor (kust-)gebieden die door de KRW mogelijk een bijzonder status krijgen.