

RIVM rapport 733008 005

**Naar een ecotopensysteem zoute wateren
Nederland**

R.J. Leewis, N. Dankers¹ en D.J. de Jong²

december 1998

¹ IBN - DLO, Postbus 167, 1790 AD Den Burg

² RIKZ, Postbus 8039, 4330 EA Middelburg

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van Directoraat Generaal Milieubeheer, directie Drinkwater, Water en Landbouw, alsmede van het BEON (Beleidsgericht Ecologisch Onderzoek Noordzee/Waddenzee), in het kader van project 733008, Stroomgebieden.

Abstract

In the context of the BEON main direction *Habitat disturbance* it became soon apparent that the type of question to be asked could only be approached efficiently when a clear, preferably geographical classification of the Dutch marine and estuarine waters would be available. Such a classification was already available for terrestrial systems and several types of fresh waters, but not for saline waters. Therefore, the development of a system to be used for this purpose became the main occupation of the working group: cartography of habitats/ecotopes in Dutch marine and estuarine waters (last number: IBN 96 H 25).

Partial studies concentrated on the identifying the abiotic factors determining the occurrence of benthos and fish, the way this worked, and the species composition of those groups. A short literature study led to the conclusion that the aimed at system should be based on ecotopes, rather than habitats. Criteria to distinguish ecotopes were defined. This was done using information from the mentioned partial studies, but mainly processes that form and sustain ecotopes were considered, apart from factors with a specific relevance for the flora and fauna.

Next, a hierarchical system of ecotope characteristics was designed, leading to a list of ecotopes. It was attempted to link up with existing classifications for terrestrial and fresh water systems.

In this report no classes for the characteristics are given, because those can vary per ecotope according to the different water systems under consideration, and even per defined purpose of a given study.

The specially devised GIS application HABIMAP was applied to obtain a cartography of the Wadden Sea, while in two studies not within the scope of this project similar cartographies of the Western Scheldt and the North Sea (Dutch Continental Shelf) were carried out. Results of those three cartographies are added to this report as annexes.

This provides a good basis for a completely elaborated ecotope system for the Dutch marine and estuarine waters.

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met het IBN-DLO (N. Dankers) en het RIKZ Middelburg (D.J. de Jong), en wordt tevens uitgegeven als BEON rapport nr. 98-11.

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 5 |
| 1. Inleiding | 6 |
| 2. Ontwikkelingen | 8 |
| 2.1. <i>Nationaal</i> | 8 |
| 2.2. <i>Internationaal</i> | 8 |
| 2.3. <i>Voorlopige conclusies</i> | 9 |
| 3. Activiteiten in BEON-kader | 10 |
| 3.1. <i>Historisch overzicht</i> | 10 |
| 3.2. <i>Diversiteit in definities en terminologie</i> | 10 |
| 4. Naar een ecotopensysteem voor de Nederlandse zoute wateren | 12 |
| 4.1. <i>Processen die ecotopen vormen en instandhouden</i> | 12 |
| 4.2. <i>Criteria voor indeling van estuariene en mariene systemen</i> | 13 |
| 4.3. <i>Voorstel</i> | 15 |
| 5. Conclusie | 18 |
| Literatuur | 19 |
| Bijlage 1 Verzendlijst | 21 |
| Bijlage 2 Ecotopenkaart van de Waddenzee | 22 |
| Bijlage 3 Rapportages verschenen in het kader van dit BEON-project | 25 |

Samenvatting

In het kader van de BEON-speerpunt *Habitatverstoring* werd al snel geconstateerd, dat het type vragen dat in dit verband gesteld kan worden alleen efficiënt kan worden aangepakt, wanneer men de beschikking heeft over een heldere, liefst geografische indeling van de zoute wateren van Nederland. Zo'n indeling, die al wel bestond voor terrestrische systemen en diverse typen zoete wateren, was niet beschikbaar voor zoute wateren.

Het ontwikkelen van een systeem dat hiervoor gebruikt zou kunnen worden, werd daarom het hoofddoel van één van de onder deze speerpunt vallende projecten: Kartering habitats/ecotopen in de Nederlandse zoute wateren (laatste nummer: IBN 96 H 25).

In deelstudies van dit project werd onderzocht welke (a)biotische factoren het voorkomen van bodemdieren en vissen in diverse zoute wateren bepaalden, en op welke wijze, en wat de samenstelling van die fauna's was. Een korte literatuurstudie naar definities en begrippen leidde tot het besluit, dat de nagestreefde indeling plaats zou moeten vinden op basis van ecotopen. In een apart deelproject werden criteria geformuleerd waarmee ecotopen zouden kunnen worden onderscheiden. Daarbij is onder meer informatie uit de andere deelstudies gebruikt, maar met name is gekeken naar processen die ecotopen vormen en instandhouden, naast factoren die relevant zijn voor de flora en fauna.

Vervolgens is een hiërarchisch systeem ontworpen van kenmerken van ecotopen, leidend tot een lijst van ecotopen. Er is daarbij gepoogd aan te sluiten bij reeds bestaande indelingen voor terrestrische en zoetwater-systemen.

Er worden in dit rapport geen kenmerkklassen gegeven, omdat deze per onderscheiden ecotoop in verschillende watersystemen, en zelfs per doelstelling van een bepaalde studie, kunnen verschillen.

De speciaal ontwikkelde GIS-applicatie HABIMAP is toegepast om op basis van dit stelsel van ecotopen een kartering van de Waddenzee uit te voeren. In twee niet onder BEON vallende projecten van Rijkswaterstaat zijn vergelijkbare karteringen uitgevoerd voor de Westerschelde en de Noordzee. De resultaten van deze drie karteringen zijn als bijlage bij dit rapport gevoegd.

Hiermee is een goede basis gelegd voor een volledig uitgewerkt ecotopenstelsel voor de Nederlandse zoute wateren.

1. Inleiding

Zowel voor management-doeleinden als ten behoeve van efficiënt onderzoek is reeds lange tijd de behoefte gevoeld aan een indeling van de Nederlandse ecosystemen in een samenhangend stelsel van ruimtelijk gedefiniëerde, goed omschreven categorieën. Binnen beoordelings- of beslissingssystemen als BOS, DSS of MER vormt zo'n stelsel een belangrijk element.

Met andere woorden: een classificatie van ecosystemen was hard nodig.

Door het CML (Centrum Milieukunde Leiden) en het IBN-DLO is voor terrestrische ecosystemen een landsdekkende classificatie ontwikkeld die geschikt is voor ecologische effectvoorspelling. Deze classificatie is gebaseerd op een hiërarchische indeling van systemen op grond van dominante beïnvloedende factoren, hetgeen leidt tot een een in grootte toenemende reeks, lopende van eco-element tot ecozone. De op één na kleinste categorie is de ecotoop. Deze wordt meestal beschouwd als de basiseenheid, waarin de vegetatie bepalend is voor de indeling in typen.

Dit zogenaamde (CML-)ecotopensysteem is uitgewerkt voor terrestrische systemen (Runhaar et al., 1987; Stevers et al., 1987; Klijn, 1988); later is ook voor zoetwatersystemen een aanzet gegeven (Verdonschot et al., 1992), en zijn voor de rivieren (Rademakers en Wolfert, 1994), de zoete Delta van zuidwest-Nederland (Meulen, 1995) en voor Meren (Meulen, 1997) stelsels van ecotopen geformuleerd.

Rijkswaterstaat nam het initiatief tot een project waarin ecotopenstelsels voor 5 groepen van watersystemen in samenhang ontwikkeld zouden worden (Wolfert, 1996).

Hieronder is de hiërarchische indeling van ecosystemen weergegeven zoals die ontwikkeld is door Klijn & De Haes (1990). In deze indeling ligt de nadruk op de homogeniteit binnen een ruimtelijke eenheid.

Hierarchische ecosysteem indeling (Klijn & De Haes, 1990; De Nooijer, 1995.

| Kenmerk en schaalniveau | Schaal |
|---|---------------|
| Geologische, geografische en klimatologische factoren | Ecodistrict |
| Landschaponderhoudende factoren | Ecosectie |
| Conditionerende factoren | Ecoserie |
| Operationele factoren | Ecotoop |
| Aut-ocologische factoren | Eco-element |

Definitie: Een ecotoop is een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van abiotische en biotische factoren die direct van invloed zijn op de aard van de levensgemeenschap (operationele omgevingsfactoren) en daarmee tot op zekere hoogte homogeen is ten aanzien van de soortensamenstelling van de levensgemeenschap.

Dit gaat dus verder dan een *fysiotoop*, hetgeen alleen een ruimtelijke eenheid is wat betreft abiotische aspecten.

Het is ook iets anders dan een *habitat*, want dat is het leefgebied van een bepaalde soort, en wordt onderscheiden op basis van de voor die soort - en voor die soort alleen - relevante abiotische gegevens.

Definitie: een ecoserie is een ruimtelijke eenheid die homogeen is ten aanzien van conditionerende omgevingsfactoren en daarmee tot op zekere hoogte homogeen is ten aanzien van de ecotooptypen die binnen de ruimtelijke eenheid voorkomen.

De hiërarchie is tevens een afspiegeling van het schaalniveau. De hoogste categorie, ecozone, komt overeen met een schaalniveau van 1: > 50.000.000, ofwel een kaarteenheden van > 62.500 km². Een ecotoop beslaat 0,25 - 1,5 ha (1: 5.000 - 25.000) en een eco-element is kleiner dan 0,25 ha (1: 5.000). Het is duidelijk, dat deze afmetingen wel afhankelijk zijn van het systeem dat men bekijkt, het doel van de betreffende studie en de mate van detail van de beschikbare gegevens. Zo zal een ecotopenstelsel in de Noordzee of de Atlantische Oceaan een andere schaalindeling kennen dan in een estuarium, een rivier of een meer.

In de afgelopen jaren is in het kader van BEON en in andere kaders een start gemaakt met de inventarisatie en kartering van de ecotopen van de zoute wateren. Aanleiding hiervoor was het feit dat er voor de rivieren reeds een ecotopen-stelsel was ontwikkeld

en dat in internationale kaders simultaan met de bescherming van soorten de nadruk meer en meer kwam te liggen op de bescherming van habitats (E.U.- Habitatrichtlijn, 3e en 4e Noordzeeministersconferentie). In het natuurbeleid wordt uitgegaan van natuurdoeltypen. Voor zoute aquatische systemen was een dergelijke systematiek nog niet uitgewerkt.

In verband hiermee werd in BEON-kader hoge prioriteit gegeven aan onderzoeken die betrekking hadden op de inventarisatie en kartering van habitats. Bij de uitwerking is het herkennen van karteerbare en gedefiniëerde eenheden essentieel. Daarnaast is het stuurbare karakter van één of meer omgevingsfactoren van belang: het gaat immers om het beheer van gebieden. Men onderkende al snel dat nog niet duidelijk was welke habitats onderscheiden kunnen worden in de Nederlandse zoute wateren en waar ze voorkomen. Ook kwam men tot de conclusie dat de term habitats, op de manier zoals die gebruikt werd in verschillende nationale en internationale beleidskaders, wetenschappelijk gezien onjuist was en men besloot voortaan de term ecotopen te hanteren welke de beleidsmatige lading beter dekt (Wintermans *et al.* 1996).

Deze rapportage gaat in op de mogelijke toepassingen van ecotopen-stelsels en -kaarten voor het beleid en beheer van de Nederlandse zoute wateren. Parallel hieraan wordt in De Jong *et al.* (1998) beschreven op welke wijze deze ecotopen in kaart kunnen worden gebracht met behulp van een GIS.

2. Ontwikkelingen

2.1. Nationaal

Zowel in het natuurbeleid als in het waterbeleid heeft het gebiedsgerichte beleid in de laatste jaren een vaste plaats veroverd. In het Natuurbeleidsplan (Anonymus, 1989) is de Ecologische Hoofdstructuur geïntroduceerd en belangrijke kaders in de meest recente Nota's Waterhuishouding (zie bijv. Anonymus, 1997) zijn Herstel en Inrichting. De doelen uit het Natuurbeleidsplan m.b.t. de Ecologische Hoofdstructuur zijn in een latere fase verder geconcretiseerd in de nota Ecosystemen in Nederland (Anonymus, 1995), o.a. met behulp van de Natuurdoeltype-benadering (Bal et al, 1995). Ook in het Watersysteemplan Noordzee 1991-1995 (Anonymus, 1993) wordt aandacht besteed aan gebiedsgericht beleid door de instelling van de Milieuzone, een gebied binnen het Nederlands deel van de Noordzee met hogere ecologische waarden, waarvoor een hoger beschermingsniveau geldt.

Naast deze landelijke beleidsnota's werd ook in verschillende sectorale beleidsnota's en beleidsnota's die van toepassing zijn op verschillende watersystemen, ruim aandacht besteed aan gebiedsgericht beleid. Voorbeelden hiervan zijn de nota Vissen naar Evenwicht (Anonymus, 1992), het Integraal Beleidsplan Voordelta (Alphen en Molendijk, 1993) en de Planologische Kernbeslissing Waddenzee (Anonymus, 1981).

Ondanks dat er in al deze nota's zoute aquatische gebieden c.q. habitats werden aangewezen voor bescherming ontbrak het echter aan een gedegen gebiedsindeling (zoals een ecotopenkaart) die hieraan ten grondslag lag of gelegen had. In de landelijke beleidsnota's werd dan ook ruim aandacht besteed aan terrestrische ecosystemen en rivierecosystemen, maar ontbrak het nog aan kennis voor wat betreft de zoute ecosystemen.

2.2. Internationaal

In internationaal kader is eveneens aandacht voor de bescherming van habitats. De E.U. heeft de zgn. Habitatrichtlijn uitgevaardigd, waarin gestreefd wordt naar een Ecologische Hoofdstructuur in Europa, NATURA 2000 genaamd. In de RAMSAR conventie worden Wetlands beschermd en Nederland heeft een aantal gebieden tot beschermd Wetland verklaard. Ook in de Conventie ter Bescherming van Biodiversiteit wordt aandacht gevraagd voor de bescherming van habitats.

Naast deze internationale conventies c.q. richtlijnen die land, maar ook de zee bestrijken, zijn er een tweetal kaders die specifiek betrekking hebben op de zee. In het kader van de Noordzee Ministersconferenties wordt al sinds de Tweede Conferentie (1987), naast soortbescherming, gepraat over de bescherming van habitats. En in het kader van de Oslo en Parijse Commissie (OSPAR) wordt op dit moment gewerkt aan een nieuwe annex bij het verdrag voor de bescherming van soorten en habitats.

Getracht wordt om hiermee een nadere (regionale) uitwerking te geven aan de vragen die aan OSPAR gesteld zijn vanuit de Noordzee ministers en het gedachtegoed uit de Biodiversiteitsconventie.

2.3 Voorlopige conclusies

Hierboven is geschetst dat in zowel nationaal als internationaal kader veel aandacht is voor gebiedsgericht beleid, maar tevens is geconcludeerd dat dit op zee nog lang niet zover uitgewerkt is als op het land. Vaak wordt bij gebiedsgericht beleid gedacht aan het instellen van beschermde en zelfs gesloten gebieden. Gebiedsgericht beleid biedt echter meer mogelijkheden, zoals ruimtelijke differentiatie in milieuvoorschriften, soortbescherming en planning van ruimtelijke ingrepen.

Vanuit de natuur en de ecologie geredeneerd is het echter wel van belang dat het beleid aangeeft wát men wil beschermen - en op welke wijze. Een aantal ecotopen heeft reeds een bepaalde beschermingsstatus gekregen, vaak in de vorm van een toewijzing in de Natuurbeschermingswet. Voorbeelden hiervan zijn wilde mosselbanken en zeegrasvelden in de Waddenzee en de zgn. Accent Natuurgebieden in de Voordelta.

Voor de meer offshore gelegen gebieden op de Noordzee is alleen de Milieuzone gedefinieerd, maar het bijzonder beschermingsniveau daarvoor is duidelijk lager dan voor beschermde gebieden in andere zoute ecosystemen. Dit laatste heeft met name te maken met het feit dat buiten de twaalf mijlszone veel in internationaal kader moet worden afgestemd, zeker wanneer het gaat om het instellen van beschermde gebieden.

3. Activiteiten in BEON-kader

3.1 Historisch overzicht

In 1994 is in BEON-kader een eerste pilot-studie uitgevoerd waarin een aantal habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone is onderzocht (Wintermans & Dankers, 1995). Het project bestond uit drie deelstudies, waarin respectievelijk zijn onderzocht: de (a)biotische factoren die het voorkomen van het macrobenthos in de Nederlandse kustzone bepalen; de (a)biotische factoren die het voorkomen van de visfauna in de Nederlandse kustzone bepalen; en de dichtheid en verspreiding van bodemvissen in de zuidoostelijke Noordzee.

In het jaar daarop is in BEON-kader een onderzoek uitgevoerd waarin een eerste aanzet werd gegeven tot habitatkartering van de Nederlandse kustwateren en waarin een nadere beschrijving werd gegeven van de habitatkarakteristieken voor een aantal diergroepen (Wintermans et al, 1996). Dit onderzoeksproject kende een viertal deelstudies. De eerste deelstudie beschreef de methodiek voor het maken van ecotopenkaarten, hetgeen werd uitgewerkt aan de hand van een voorbeeld voor bodemdieren in de westelijke Waddenzee. De tweede deelstudie beschreef de samenstelling en de verspreiding van de visgemeenschappen in de Nederlandse kustzone. In de derde deelstudie, een vervolg op een van de deelstudies uit het hierboven beschreven project (Wintermans et al, 1995), werden een aantal eerder geformuleerde hypothesen over de relatie tussen de verspreiding van functionele groepen vissoorten en hun habitatkarakteristieken, getest met behulp van data uit Westelijke Waddenzee. Micro-macro tenslotte was een studie naar de invloed van waterbeweging op het voorkomen van bodemdieren, op verschillende schaalniveaus in de Westerschelde.

Deze informatie kan van groot belang zijn wanneer men een specifieke vraag over een specifiek gebied moet beantwoorden. Zij wordt dan toegepast in de fase na toepassing van HABIMAP (zie hieronder) of een andere op ecotopen gerichte benadering van het betreffende gebied. Het hier bedoelde type informatie is echter niet geschikt om een indeling in ecotopen op te baseren.

3.2 Diversiteit in definities en terminologie

Voor het BEON-project 'Habitats' was het noodzakelijk dat de term habitat of aanverwante termen als biotoop, ecotoop, etc. die binnen het project zouden worden gebruikt, duidelijk worden gedefinieerd. Binnen het kader van het habitatonderzoek is daartoe een korte literatuurstudie uitgevoerd waarin termen en definities op een rij werden gezet en vergeleken zodat uiteindelijk die term/definitie kan worden geselecteerd die binnen het project het meest bruikbaar is.

Uit deze literatuur-inventarisatie is gebleken dat er geen eenduidigheid bestaat in zowel de termen en definities die worden gebruikt als de wijze waarop deze in onderzoek worden ingevuld. De verschillen in de abiotische en biotische milieufactoren die worden bestudeerd en de manier waarop zij worden bepaald,

geanalyseerd en beschreven, hebben geleid tot een grote variatie in de verdeling van het ecosysteem in 'hanteerbare eenheden'. Bovendien is het vaak niet eenvoudig om binnen het mariene milieu duidelijk begrensde eenheden te onderscheiden. Voor een habitatkartering van de Nederlandse kustwateren kan dan ook niet worden volstaan met het combineren van een serie bestaande karteringen (De Nooijer, 1995). Het lijkt niet zinvol om een bepaalde term/definitie er uit te lichten en te gebruiken. Zinvoller is het om te werken met een, eventueel nieuw op te stellen, ecosysteem-indeling waarin alle bestaande en in de praktijk gebruikte termen en definities kunnen worden ingepast. Wanneer men echter toch ruimtelijk afgebakende eenheden met een heldere definitie wil gebruiken, dan kan daarvoor het best de met ecotopenstelsels verbonden terminologie toegepast worden.

4. Naar een ecotopensysteem voor de Nederlandse zoute wateren

Dit rapport geeft een voorzet voor een ecotopenindeling van de Nederlandse zoute wateren.

Daartoe wordt eerst een korte beschrijving gegeven van de criteria die nodig zijn om in een estuarium ecotopen te onderscheiden.

Daarna wordt nagegaan of er een indeling op ecoserie-niveau mogelijk is, op basis van konditionerende factoren, en vervolgens worden de operationele factoren gebruikt om deze verder te verfijnen tot een indeling in ecotopen.

Tenslotte wordt de aangegeven werkwijze nog eens op haar merites bekeken en wordt ingegaan op de vraag, of ze is toe te passen op alle zoute en brakke wateren.

4.1 Processen die ecotopen vormen en instandhouden

Bij het beschrijven van ecotopen, en vooral bij het gebruik van de ecotoopbenadering tbv het beleid, is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in de processen die verantwoordelijk zijn voor de vorming en instandhouding van ecotopen.

Het belangrijkste fysische proces dat een getijdegebied vorm geeft en in stand houdt is het getij. Het getij heeft een verticale en horizontale component. De grootte van de getijamplitude is bepalend voor de grootschalige morfologie van een kustgebied. Langs zandige kusten met een geringe getijamplitude vindt men barriere-eilanden met daarachter een waddenzee en bij grotere getijamplitudes vindt men een open kust met droogvallende zandbanken. De horizontale getijdebeweging is verantwoordelijk voor het in stand houden van geulen en platen. Stroming in samenhang met golven bepalen de sedimentsamenstelling in de verschillende deelgebieden. Bovendien zorgt de horizontale getijdebeweging voor het transport van zand, slib en organismen.

Voor het in stand houden van een waddengebied met barriere-eilanden zijn ook wind en golven belangrijk. Beide zijn verantwoordelijk voor zandtransporten naar de platen, waarna door de wind uiteindelijk duinen worden gevormd.

De belangrijkste biologische processen zijn primaire productie, consumptie en afbraak van organisch materiaal. Deze processen zijn onderling gekoppeld.

Aggregaten van organismen kunnen geheel eigen ecosysteemtypen vormen, bijvoorbeeld zeegrasvelden, mosselbanken etc., en weer een invloed hebben op fysische ecosysteemparameters (slibgehalte, golfwerking) waardoor karteerbare ecotopen ontstaan.

Doordat diverse processen elkaar beïnvloeden ontstaat een gebied dat dynamisch van karakter is. Verschillende ecosysteemtypen komen voor, maar door, soms zeer langdurige, cyclische processen en calamiteiten zullen ze af en toe op een bepaalde plaats tijdelijk kunnen verdwijnen. In een normale situatie zullen ze echter ook weer, ergens, verschijnen.

In een getijdegebied kunnen op geomorfologische kenmerken een aantal specifieke onderdelen onderscheiden worden, zoals geul, intergetijden gebied en kwelder. Over

het algemeen worden deze deelgebieden gevormd en in stand gehouden door de eerder genoemde fysische en biologische processen. Het voorkomen van deze gebieden toont dus aan dat de soms moeilijk te meten processen actief zijn. De verschillende onderdelen liggen op verschillende hoogtes ten opzichte van elkaar en van de getijdeamplitude en worden daardoor in verschillende mate overstroomd, variërend van permanent onder water tot vrijwel nooit. Ook staan ze in wisselende mate onder invloed van golfwerking, waardoor hoog- en laagdynamische onderdelen onderscheiden kunnen worden. Voor het voorkomen van organismen zijn dit zeer belangrijke parameters. Bij een indeling in ecotopen moeten deze aspecten, die teruggevoerd kunnen worden op processen, meegenomen worden.

Een zoutwater-getijdengebied, zoals een waddengebied of een estuarium, wordt gekarakteriseerd door complete geulsystemen. Dat wil zeggen, een zeegat, eb- en vloedgeulen, hoofdgeulen en vertakkingen tot prielen die doodlopen in zandige of slikkige geulen. Ook is er een diversiteit aan platen aanwezig. In de zeegaten bestaan deze platen uit grof zand en meer naar binnen worden de platen veelal slikkiger. Sommige platen vallen maar korte tijd droog, andere overstromen alleen bij storm. Als de vloedstroom aan twee zijden langs een eiland naar binnen stroomt ontstaat op de ontmoetingsplaats van de vloedstromen een wantij. Bij de overgang naar open zee liggen de droogvallende banken van de buitendelta.

In een natuurlijke situatie zijn ook bij overgangen naar het land karakteristieke onderdelen te onderscheiden. Allereerst de kwelders (c.q. schorren). Deze worden gevormd doordat vegetatie zich vestigt op hooggelegen platen, en slib uit het vloedwater vastlegt. Kwelders langs duinen of op strandvlakten hebben veelal een zandige ondergrond omdat door de wind veel duinzand ingeblazen wordt. In het verleden kwamen ook veel kwelders voor die overgingen in zoetwatermoerassen. Nadat de mens zich in eerste instantie op terpen vestigde en daarna dijken bouwde, ontwikkelden de kwelders zich, al dan niet geholpen door de mens, langs de dijken. In dit type kwelders komt geen zoetwaterkwel meer voor. Zoetwaterkwel is wel herkenbaar in kwelders langs duinen of langs delen van het pleistocene kustgebied. Zowel de natuurlijke kwelders met complexe geulsystemen en erosiekliffen als de half-natuurlijke landaanwinningskwelders moeten tot de karakteristieke deelsystemen van een waddenzee gerekend worden. Soms komt geen kwelder voor op de overgang van pleistoceen-wad of duin-wad. Op landschapsschaal komen beschutte baaien en riviermondingen voor. In riviermondingen treedt een geleidelijke overgang op van zout naar zoet water. Zowel fysisch (optreden van transporten door dichtheidsstromingen), fysisch-chemisch (troebelheidsmaximum) en biologisch (trekroute vis, soortenminimum) heeft dit grote consequenties. Over het algemeen neemt het verticale getij in een trechtermond toe. Bij stormtijden worden daarom grote delen van het landschap langs de rivier door zeewater overstroomd. Kenmerkend voor een waddengebied zijn tenslotte niet-vastgelegde wandelende eilanden.

4.2 Criteria voor indeling van estuariene en mariene systemen

Verdonschot et al.(1992) en Runhaar & Klijn (1993) bespreken de hiërarchie van conditionerende en operationele factoren, op grond van de stelling, dat een factor die

hoger staat in de hiërarchie wel invloed heeft op "lagere" factoren, maar andersom niet of weinig.

Voorts moet opgemerkt worden, dat in het medium boven de bodem (water) in veel grotere mate dan in terrestrische systemen ook organismen voorkomen. Daaronder is vooral het (fyto)plankton uiterst belangrijk, omdat het de voedingsmogelijkheden voor het grootste deel van de bodemdieren (de suspensie-eters of filtreerders) bepaalt. Tenslotte moet rekening gehouden worden met verschillende schalen - in ruimte en tijd - waarop zich de wordingsgeschiedenis van het landschap afspeelt. Het is daarbij opvallend, dat in veel gevallen zowel op de lange (geologische) tijdschaal als op de korte (historische, waarin de mens zijn invloed doet gelden) de waterbeweging alles overheersend is (zie Visscher, 1969). Iets dergelijks geldt voor de macro- en micro-schaal in de ruimte. In vóór-historische tijd waren de processen in een getijdedelta als geheel en op bijvoorbeeld een schor vergelijkbaar. In historische tijden worden de ruimtelijke verschillen in het landschap voor een belangrijk deel mede veroorzaakt door de activiteiten van de mens (dijkbouw, schelpdiercultuur, beweiding, etc.).

In het estuariene/mariene milieu is naast zoutgehalte vooral de oorzakelijke reeks: waterbeweging - morfologie en bodemsamenstelling - planten en dieren, bepalend voor wat we uiteindelijk in het veld aantreffen. De hoofdkenmerken die de basis van de indeling vormen worden daarom in deze reeks gevonden.

Daarbij komen allerlei andere invloeden, die met name de aan- of afwezigheid van specifieke organismen bepalen.

Aldus worden de volgende primaire en secundaire factoren onderscheiden:

Primaire factoren/processen (conditionerende factoren):

- * *waterdiepte (incl. getij-amplitude / overspoelingsduur en -frequentie);*
- * *hydrologie (omvat alle invloeden die met de belangrijkste waterstromen te maken hebben: opdeling naar watermassa's, stromingen en reststromen, fronten; grondwaterinvloed -kwel).*
- * *morfodynamiek (omvat de mechanische krachten (erosie, sedimentatie, transport) die worden uitgeoefend op de bodem, de vegetatie en de fauna); is in het algemeen gerelateerd aan stroming en golfwerking. Leidt tot een opdeling in bijvoorbeeld diep water, brandingszone, overspoelingszones naar duur en frequentie; stromingsarealen). Is dus in effectiviteit sterk verwant met nr. 1.*
- * *saliniteit (zoet/zout gradiënt, wisselingen in zoutgehalte en invloeden daarvan op vegetatie en fauna) van het bovenstaande en interstitiële water.*
- * *substraattipe (hangt samen met de relatie substraat/bodemfauna en vegetatie; kan mede worden opgedeeld op basis van aanwezigheid fauna of vegetatie (mosselbanken, zeegrasvelden).*
- * *afmeting*
- * *mate van geïsoleerdheid*

Secundaire factoren/processen (operationele factoren):

- * *troebelheid (hoeveelheid slib, detritus en algen in het water, en daarmee ook de hoeveelheid licht);*
- * *trofietoestand (voedselarm, matig of zeer voedselrijk; van water en bodem);*
- * *zuurstof (gelaagdheid; aeratie);*
- * *permanentie;*
- * *vormen van menselijk gebruik.*

Levensgemeenschappen ontwikkelen zich binnen de randvoorwaarden die door de conditionerende en operationele factoren gedefinieerd worden. Ze zijn daarmee een uitingsvorm van die factoren en kunnen aan de typologie worden toegevoegd en gebruikt worden om een bepaalde vegetatie- of fauna-opname aan een bepaald (ecotoop-)type toe te schrijven.

De gehanteerde kenmerken en criteria zijn in hoofdzaak dezelfde als in het CML-ecotopensysteem (Runhaar et al, 1987; Stevers et al., 1987). Belangrijke verschillen zijn, dat het aquatisch systeem in hogere mate drie-dimensionaal is dan het terrestrische, als gevolg van de dichtheid van het medium water in vergelijking met lucht; en dat de ecologische groepen in het CML-ecotopen-systeem geheel door de vegetaties gedetermineerd zijn, terwijl hiervoor in de zoute wateren vooral dieren gebruikt moeten worden. Dat komt vooral doordat plantengroei slechts tot beperkte diepte mogelijk is, in verband met de hoeveelheid licht die nog kan doordringen. Voorts leiden veel dieren op harde substraten een vastgehecht leven, en zijn ook veel bodemdieren van zachte substraten in hoge mate plaatsgebonden, zodat de levensgemeenschappen in sommige opzichten met vegetaties vergelijkbaar zijn. En ook pelagische soorten (vissen, plankton) kunnen eisen aan hun leefgebied stellen die in geografische termen zijn uit te drukken.

Menselijke gebruiksfuncties (vervuiling, winning stoffen, verstoring e.d.) kunnen impliciet worden meegenomen, namelijk wanneer ingrijpen in de infrastructuur in het landschap geleid heeft tot verandering van de typering, of expliciet, wanneer de functie op het moment van de studie of in het door te rekenen scenario een invloed heeft (beweiding, maaien, e.d.).

N.B.: De hiërarchie van kenmerken is dus in alle wateren globaal dezelfde: diepte - dynamiek - bodemsamenstelling - begroeiing - beheer/gebruik.

4.3 Voorstel

Met deze criteria is een aantal hoofd-systeemtypen in zoute wateren te onderscheiden: geulen en geulbodems; plaatranden (=geulranden); platen en slikken; met steen bestorte en gezette dijkglooiingen en andere 'kunstmatige rotskusten', en veen- en kleibanken, die voornamelijk (sub)fossiel zijn; en tenslotte de schorren, met hun zeer uitgesproken en karakteristieke geomorfologische structuren.

Het laatste aspect, de geomorfologische structuren, is belangrijk. Niet alleen omdat dit de basis vormt voor de vestigingsmogelijkheden van planten en dieren, maar tevens, omdat dit aangeeft, dat ook de geologische vormings-*geschiedenis* als indelingsprincipe kan dienen.

Getijdegebieden worden gekenmerkt door een grote dynamiek. Sommige fluctuaties zijn onvoorspelbaar en hebben een tijdschaal van dagen tot jaren, andere zijn cyclisch met een tijdschaal van jaren tot eeuwen. Ook catastrofes zijn onvoorspelbaar, hebben een tijdschaal van eeuwen en staan aan het begin van een ontwikkeling die weer tot een 'climax' leidt, die echter niet dezelfde hoeft te zijn als de situatie voor de catastrofe. Omdat een getijdegebied onder invloed staat van de open zee of oceaan moet ook rekening worden gehouden met veeljarige klimatologische cycli. Daarom zal een ecotopenkaart altijd een min of meer tijdelijk karakter hebben.

Op grond van de voorgaande beschrijvingen kunnen karakteristieke ecotopen beschreven en gekarteerd worden.

Met behulp van kenmerkklassen kunnen de hoofdtypen (vergelijkbaar met ecoseries) verder onderverdeeld worden. Dit betekent, dat de conditionerende en operationele factoren ieder ingedeeld worden in een aantal klassen. Deze kunnen verschillen al naar gelang het gebied dat beschouwd wordt.

Tabel 1. Aanzet tot zoutwater-ecotopenstelsel.

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------|---|
| sublitoraal diep | hoog dynamisch | | kaal |
| | dynamisch | | kaal |
| | weinig dynamisch | | kaal met mosselbanken |
| sublitoraal ondiep | hoog dynamisch | | kaal |
| | dynamisch | | kaal |
| | weinig dynamisch | | kaal met mosselbanken |
| | hardsubstraat | | natuurlijk (veen etc) anthropogeen (dijk glooiingen etc) |
| litoraal laag | hoog dynamisch | | kaal |
| | dynamisch | | kaal met mosselbanken |
| | weinig dynamisch | zandbodem | kaal met mosselbanken met zeegras |
| | | slibbodem | kaal met mosselbanken met zeegras |
| | hardsubstraat | | natuurlijk (veen etc) anthropogeen (dijk glooiingen etc) |
| litoraal midden | hoog dynamisch | | kaal |
| | dynamisch | | kaal met mosselbanken |
| | weinig dynamisch | zandbodem | kaal met mosselbanken met zeegras |
| | | slibbodem | kaal met mosselbanken met zeegras |
| | hardsubstraat | | natuurlijk (veen etc) anthropogeen (dijk glooiingen etc) |
| litoraal hoog | hoog dynamisch | | kaal |
| | dynamisch | | kaal |
| | weinig dynamisch | zandbodem | kaal met pioniervegetatie (schor) |
| | | slibbodem | kaal met pioniervegetatie (schor) |
| schor | hardsubstraat | | anthropogeen (dijk glooiingen etc) |
| | anthropogeen (kwelderwerk) | | pionierzone/laag middelhoog hoog |
| | "natuurlijk" | | hoog |
| | | | beweid onbeweid |
| | | | primair schor structuurrijk schor |
| | | | onbeweid |

Uitbreiding van deze indeling met strand- en duin-ecotopen (want beïnvloed door de zee) is mogelijk, maar wordt hier niet verder behandeld. Deze indeling is zowel in de Waddenzee als in de Ooster- en Westerschelde bruikbaar. Ze kan ook hiërarchisch worden weergegeven, en een aantal onderscheiden ecotopen kan in de praktijk

worden samengenomen. Dit leidt tot een halvering van het aantal te onderscheiden ecotopen (zie De Jong *et al.*, 1998). N.B.: zoutgehalte komt niet voor in de tabel; de hele indeling kan worden opgenomen onder bijvoorbeeld drie zoutgehalte-varianten: mesohalien, polyhalien, marien.

Bij uitbreiding naar de Noordzee is op basis van de factoren diepte en bodemtype nog een tiental ecotopen te onderscheiden (Hartholt, 1998). Bij een definitieve indeling van Noordzee-ecotypen zouden ook bodemmorfologie en watermassa's een rol dienen te spelen.

Op grond van dit schema, en met voor het betreffende gebied vastgestelde klassegrenzen voor de onderscheidende parameters, is door De Jong *et al.* (1998) onder meer een voorlopige algemene ecotopenkaart voor de Waddenzee gemaakt, waarin 11 ecotopen worden onderscheiden. Ter vergelijking zijn tevens een oliegevoeligheidskaart en twee habitat-geschiktheidskaarten (voor zeegras en voor kokkels) gemaakt. Hierbij is de GIS-applicatie HABIMAP gebruikt.

Voor de Westerschelde is een ecotopenkaart gemaakt waarin 6 ecotopen worden onderscheiden op basis van de hoogteligging en de dynamiek (Verschoore de la Houssaye, 1998). In Hartholt (1998) wordt een eerste ecotopenkaart van het Nederlands Continentaal Plat weergegeven. Bij al deze indelingen zijn de klassengrenzen gekozen op basis van het voorkomen van bodemdierengemeenschappen. Validatie van indelingen moet in principe echter gebeuren via gegevens over meer groepen biota.

Koppeling BOS/DSS/MER met ecotopensysteem

Een beoordelings- of beslissingssysteem als BOS, DSS of MER is zeer gebaat met het beschikbaar hebben van een indeling van een bepaald gebied waarover iets gezegd moet worden. Het aspect van de karteerbaarheid van ecotopen maakt ze voor deze toepassingen duidelijk superieur aan bijvoorbeeld natuurdoeltypen. Dat komt vooral doordat de basis voor een ecotopen-indeling in de abiotische factoren ligt.

Toepassing in de praktijk

Een systeem heeft altijd als nadeel, dat, hoe meer je definiëert en vastlegt, hoe minder flexibel je wordt in de toepassing. De Jong *et al.* (1998) bespreken een methode om voor vele situaties en verschillende doelstellingen vanuit de principes die hierboven besproken zijn te komen tot op de betreffende situatie toegesneden kaartbeelden. Deze methode, HABIMAP, combineert de voordelen van het werken met ecotopen met flexibiliteit wat betreft interpretatiemogelijkheden. Ecotopen worden in kaart gebracht door abiotische parameterkaarten in klassen in te delen, waarna deze kaarten gecombineerd kunnen worden tot de gewenste ecotopenkaarten. Deze werkwijze maakt het onder meer mogelijk om goed rekening te houden met de per gebied verschillende klassengrenzen. Daarnaast kunnen t.b.v. het bekijken van verschillende scenario's op eenvoudige wijze parameterkaarten van deze scenario's worden toegevoegd en bewerkt. Indien klassengrenzen van operationele factoren in verschillende gebieden tot een andere ecotoop-indeling leiden, kan HABIMAP toch de consequenties van verschillende scenario's aangeven. Ook als de inzichten wijzigen over hoe de ecotopen ingedeeld moeten worden kan dit met deze methode op eenvoudige wijze worden doorgevoerd, zondig retrospectief.

5. Conclusie

Uitwerking van het bovenstaande tot volledige inpassing in het CML-ecosysteem valt buiten het bestek van dit rapport.

Het zou met name definiëring van een aantal nieuwe ecologische groepen betekenen. Het is de vraag, of daarvoor nu reeds voldoende kennis aanwezig is, vooral wat betreft 'standplaatsfactoren' en onderlinge relaties tussen elementen van de levensgemeenschappen. Wel zijn de meest relevante parameters onderscheiden, kon op basis daarvan een aanzet gegeven worden tot een indeling van de Nederlandse zoute wateren in ecotopen, en is een aantal voorbeeldkaarten geproduceerd. De onderhavige studie heeft in elk geval duidelijk laten zien, dat de invulling van met name de klassegrenzen voor de diverse conditionerende en operationele factoren per beschouwd gebied (Deltagebied, Waddenzee, Noordzee, etc.) verschillend kan zijn. Dat betekent, dat een in de Waddenzee onderscheiden ecotoop weliswaar in de Oosterschelde ook onderscheiden zou kunnen worden, maar toch enigszins anders gedefinieerd zou moeten worden. Het valt te overwegen om in verband met dit onderscheid tussen verschillende watersystemen, in navolging van terrestrische ecotopenstelsels, de term 'ecotoop-type' te hanteren; vooralsnog lijkt dit echter niet bij te dragen aan een grotere helderheid van het systeem.

Voor toepassingen in de praktijk wordt de door RIKZ ontwikkelde GIS-applicatie HABIMAP aanbevolen in verband met de grote mate van flexibiliteit die hierbij mogelijk is.

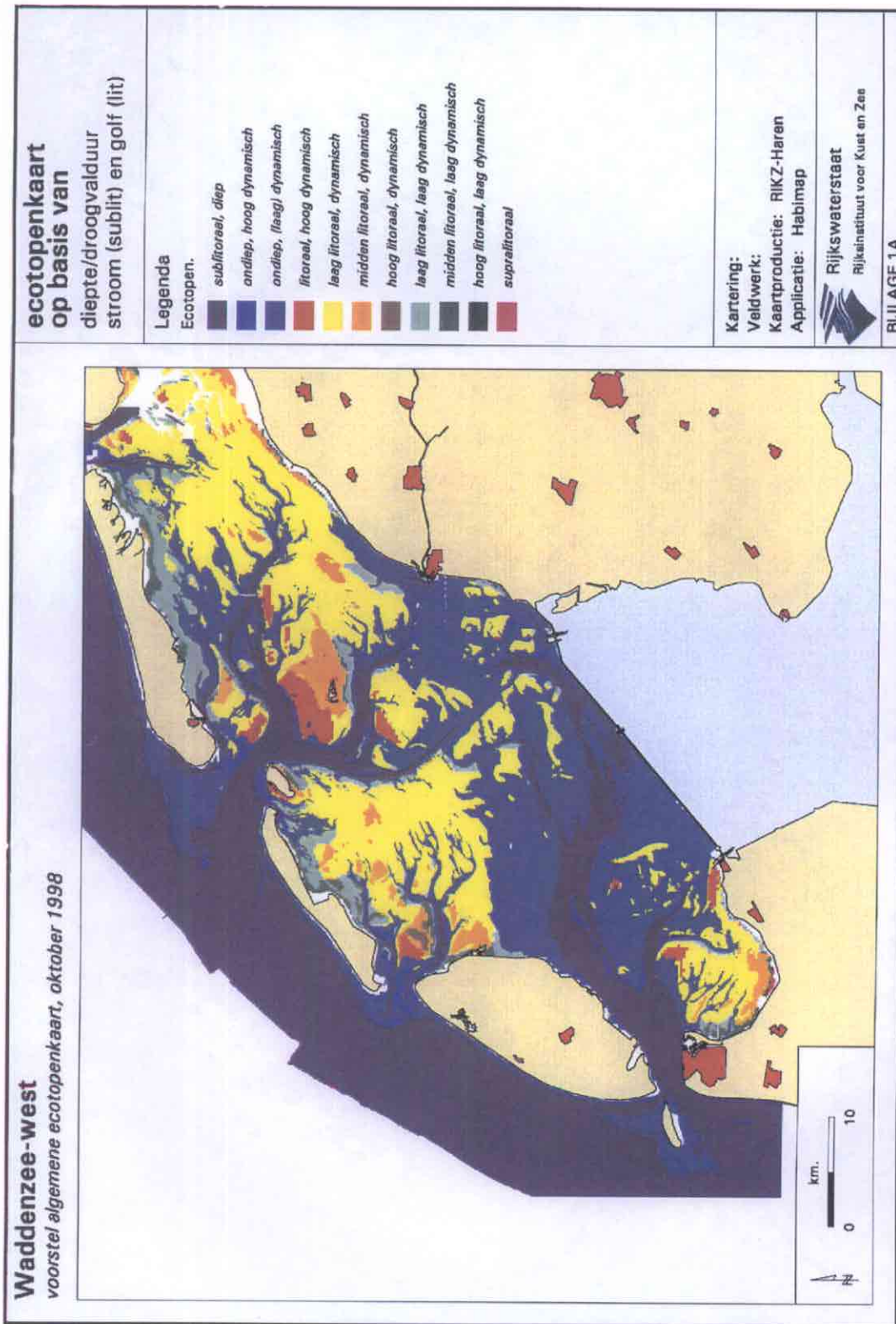
Literatuur

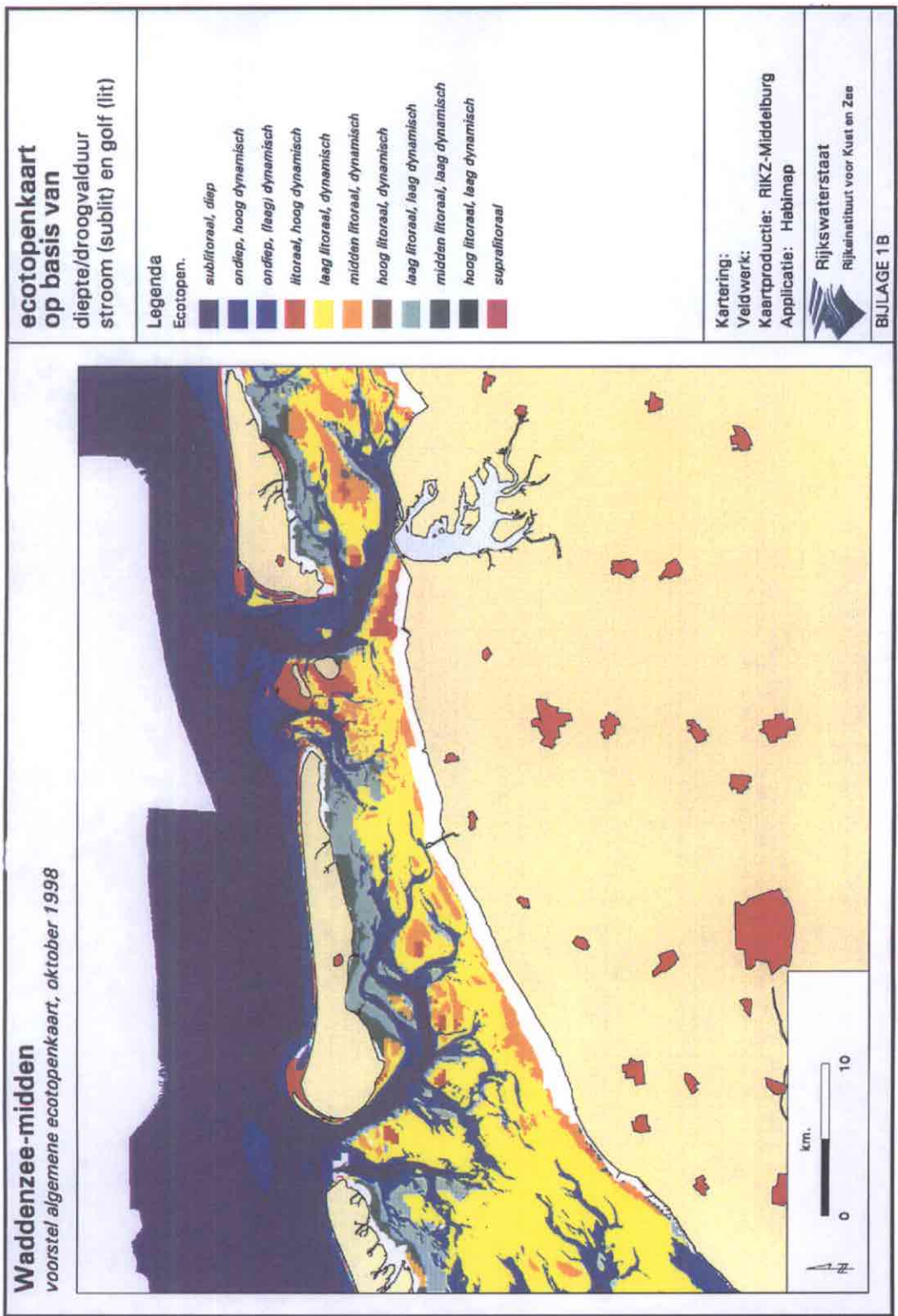
- Alphen, J. van & R. Molendijk, 1993. Vorm en Verandering: Integraal Beleidsplan Voordelta. Bestuurlijk Overleg Voordelta, , Rijkswaterstaat, Min. van V. en W., Den Haag: 1-75.
- Anonymus, 1981. Planologische Kernbeslissing Waddenzee. Tweede Kamer, vergaderjaar 1980-1981, 13933 nr. 53. Den Haag.
- Anonymus, 1990. Natuurbeleidsplan, Regeringsbeslissing. Ministerie van LNV, Den Haag: 1-272.
- Anonymus, 1992. Vissen naar Evenwicht; Structuurnota Zee- en Kustvisserij. Veenman druk, Wageningen: 1-97.
- Anonymus, 1993. Watersysteemplan Noordzee 1991-1995. Ministerie van V.&W., Directie Noordzee, Den Haag: 1-90.
- Anonymus, 1995. Ecosystemen in Nederland. Min. LNV, dir. Natuurbeheer, Den Haag: 1-112.
- Anonymus, 1997. WaterKader. Vierde Nota Waterhuishouding, Regeringsvoornemen. Ministerie van V.&W., Den Haag: 1-112.
- Bal, D., H.M. Beijer, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen en P.J. v.d. Reest, 1995. Handboek Natuurdoeltypen in Nederland. Rapport IKC-Natuurbeheer 11.
- Hartholt, J.G., 1998. Ecotopen-GIS Noordzee (Rapportage tweede fase). Werkdocument RIKZ/os-98-103x. RIKZ, Den Haag: 1-18.
- Jong, D.J. de, N. Dankers en R.J. Leewis, 1998. Naar ecologische kaarten van de Waddenzee. RIKZ-rapport RIKZ/98.026/BEON-rapport 98-14. Den Haag: 1-24 + bijlagen.
- Klijn, F., 1988. Milieubeheergebieden. A. Indeling van Nederland in ecoregio's en ecodistricten. CML-meded. nr 37, Centrum voor Milieukunde, Leiden/RIVM, Bilthoven: 1-92.
- Klijn, F. & U. de Haes, 1990. Hiërarchische ecosystemeclassificatie. Voorstel voor een éénduidig begrippenkader. Landschap 1990, 7/4: 215-233.
- Meulen, Y.A.M. van der, 1995. Ecotopen-indeling: Biesbosch-Voordelta MER Haringvlietsluizen. Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs Deventer. RW406.1.
- Meulen, Y.A.M. van der, 1997. Meren Ecotopen Stelsel. Een ecotopenstelsel voor de meren van het IJsselmeergebied en Volkerak-Zoommeer. RIZA-nota 97.076, Lelystad: 1-60.

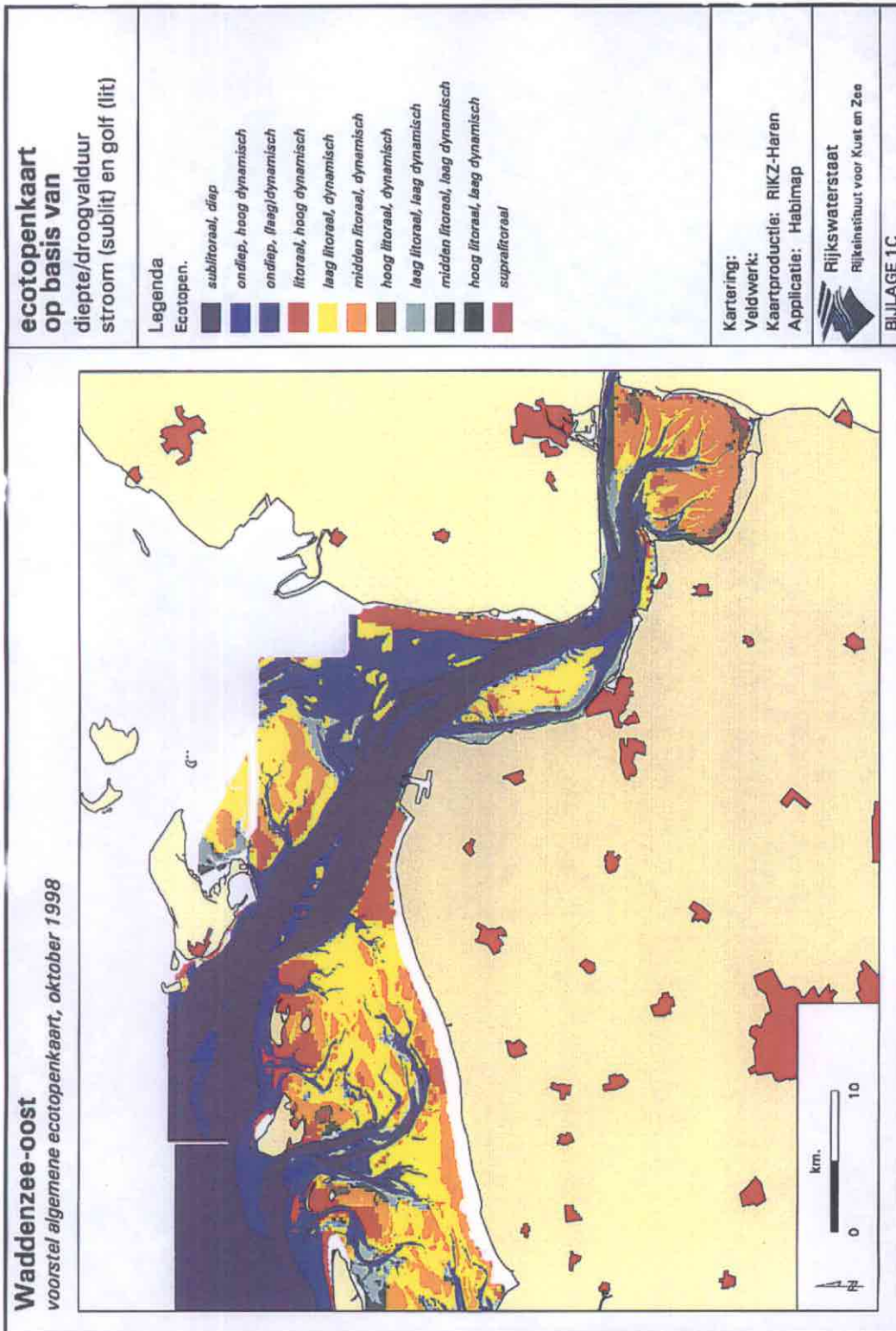
- Nooijer, D. de, 1995. Methodiek ter Onderscheiding van Ecotoop-typen in zoutwatersystemen. RIVM/IBN-DLO/Van Hall Instituut, Groningen: 1-34.
- Rademakers, J.G.M. en H.P Wolfert, 1994. Hewt Rivier-Ecotopen-Stelsel; een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. RIZA, Lelystad.
- Runhaar, J., C.L.G Groen, R.v.d. Meijden en R.A.M. Stevers, 1987. Een nieuwe indeling in ecologische groepen binnen de Nederlandse flora. *Gorteria* 13: 277-359
- Runhaar, J. en F. Klijn, 1993. Aanzet tot een aquatische ecoserie-indeling. CML-rapport 98, Centrum voor Milieukunde, Leiden:1-63 + bijlagen.
- Stevens, R.A.M., J. Runhaar, H.A. Udo de Haes en C.L.G, 1987. Het CML-ecotopensysteem, een landelijke ecosysteemtypologie, toegespitst op de vegetatie. *Landschap* 1987, nr. 2: 135-150
- Verdonschot, P.F.M., J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken, 1992. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. RIN-rapport 92/1/CML-rapport 78, Inst. voor Bos-en Natuuronderzoek, Leersum: 1-100 + bijlagen.
- Verschoore de la Houssaye, J., 1998. GISsen naar habitat- en ecotopenkaarten voor de Westerschelde. RIKZ, Middelburg/Van Hall Instituut, Groningen: 1-95 + bijlagen.
- Visscher, H.A., 1969. De landschappen van het Beneluxgebied. Een geografische verkenning. Uitg. het Spectrum n.v., Utrecht/Antwerpen: 1-224.
- Wintermans, G. N. Dankers, H. van der Veer, A.D. Rijnsdorp, P.I. van Leeuwen en B. Viongerhoed, 1995. Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone. BEON-rapport 95-12, Den Haag: 1-72.
- Wintermans, G, N Dankers, R. Leewis, P. Molegraaf, D. de Nooyer, S. Reents, F. Steyaert & R. Wegman, 1996. Ecotopes in the Wadden Sea. In: Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON Rapport 96-5, Part 1, Den Haag: 1-32.
- Wintermans, G & N. Dankers, 1995. Habitatkarakteristieken van het benthos van de Nederlandse kustzone. Deel I van BEON-rapport 95-12. RIKZ, Den Haag: 1-33.
- Wolfert, H.P., 1996. Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels; uitgangspunten en plan van aanpak. RIZA-nota 96.050, Lelystad: 1-36.

Bijlage 1 Verzendlijst

1. Directie RIVM
2. Prof. dr. N.D. van Egmond
3. Ir. F. Langeweg
4. Ir. A.H.M. Bresser
- 5 t/m 7. Auteurs
8. SBD/Voorlichting & Public Relations
9. Bureau Rapportenregistratie
10. Bibliotheek RIVM
- 11 t/m 25. Bureau Rapportenbeheer
- 26 t/m 36. Reserve exemplaren
37. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse
 Bibliografie







Bijlage 3

Rapportages verschenen in het kader van dit BEON-project

De Jonge, P.D., 1997. Analyse van de samenhang tussen vissoorten in de vangsten van een meerjarige survey met garnalennet in de Waddenzee, kustzone en Zeeuwse stromen. RIVO, IJmuiden: 1-

De Jong, D.J., N. Dankers en R.J. Leewis, 1998. Naar ecologische kaarten van de Waddenzee. RIKZ-rapport RIKZ-98.026/BEON-rapport 98-14. Den Haag: 1-24 + bijlagen.

Herman, P., M. de Vries, P. Thoolen, M. vonk, A. Baart en J. Boon, 1996. Micro-Macro; een onderzoek naar de relatie tussen hydrodynamische factoren en kleinschalige verspreiding van macro-benthos. In: Wintermans, G *et al.*, 1996. Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren. BEON-rapport nr. 96-5, part 4. Den Haag: 41pp. + bijlagen.

Hartgers, E.M., P.D. de Jonge en A.D. Rijnsdorp, 1996. Spatial distribution of the North Sea fish assemblages with special reference to the coastal and estuarine waters of the Netherlands. In: Wintermans, G *et al.*, 1996. Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON-rapport nr. 96-5, part 2. Den Haag: 1-18 + bijlagen.

Veer, H.W.v.d. en J. IJ. Witte, 1996. Habitat characteristics of resident, non-spawning and nursery-type fish species of the Dutch Coastal Zone. In: Wintermans, G *et al.*, 1996. Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON-rapport nr. 96-5, part 2. Den Haag: 1-13 + bijlagen.

Wintermans, G, N Dankers, R. Leewis, P. Molegraaf, D. de Nooyer, S. Reents, F. Steyaert & R. Wegman, 1996. Ecotopes in the Wadden Sea. In: Habitatkartering en beschrijving van Nederlandse kustwateren, BEON Rapport 96-5, Part 1, Den Haag: 1-32.