

De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee

C.J.M. Philippart, K.S. Dijkema & N. Dankers

RIN-rapport 92/10

520270

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Postbus 167
1790 AD DEN BURG - TEXEL

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Bibliotheek
Postbus 9201
6800 HB ARNHEM

Texel

1992

R.I.N.-RAPPORT

colofon.***Redactie:*** T.A.W. van Rossum***Kartografie:*** C.J.M. Philippart***Fotografie:*** B. Koning***Vormgeving:*** J.G. van Beek***Reprografie:******Offset:*** J.G. van Beek***Reproductie:*** R. Toorop

INHOUD

	SAMENVATTING	5
	INLEIDING	7
2.	HUIDIGE VERSPREIDING	9
2.1	Klein Zeegras	
2.2	Groot Zeegras	
2.3	Discussie en conclusies	12
3.	POTENTIËLE VERSPREIDING	13
3.1	Modellering	
3.2	Milieufactoren	14
3.3	Klein Zeegras	17
3.4	Groot Zeegras	19
3.5	Discussie en conclusies	21
4.	ONDERZOEK NAAR MOGELIJK HERSTEL	23
4.1	Doelstelling	
4.2	Zeegras materiaal	24
4.3	Proeflokaties	
4.4	Plots	27
4.5	Te meten parameters	
4.6	Planning	28
5.	GECITEERDE LITERATUUR	29

SAMENVATTING

Het zeegras is een zeldzame plant van de Waddenzee. Minder dan 1% van het oppervlak aan wadplaten in de nederlandse Waddenzee wordt door Klein Zeegras en Groot Zeegras bedekt. Het huidige areaal van Klein Zeegras bestaat uit 4 zeegrasvelden, waarvan twee velden zijn gelegen op en nabij het wantij ten zuiden van het eiland Terschelling en twee velden zich bevinden in een deel van de kwelderwerken van Groningen, en wat verspreide planten op het Balgzand en in de hoek van de Lauwerszeedijk/Westpolder (Fig. 1). Het bestand van Groot Zeegras bestaat uit twee velden, één veld bevindt zich op het droogvallende deel van de havenkom van Terschelling en het andere op een wadplaat in het Eems-Dollard estuarium (Fig. 2). Gezien de kwetsbaarheid van beide soorten zeegras voor mechanische verstoring en met het oog op mogelijk herstel in de toekomst, wordt geconcludeerd dat behoud van de zeegras populaties slechts mogelijk is als de delen van het wad waarin zich de laatste zeegrasvelden van de nederlandse Waddenzee bevinden permanent voor de kokkel- en mosselvisserij gesloten worden.

Uitbreiding van het zeegras areaal zal vanuit de huidige zeegrasvelden plaats moeten vinden. Een door het IBN in samenwerking met het NIOZ ontwikkeld model geeft aan welke plekken het meest geschikt zijn voor passieve dan wel actieve ontwikkeling van Klein Zeegras (Fig. 4) en Groot Zeegras (Fig. 5). Bij de wens om het zeegras areaal al dan niet actief te herstellen in de nederlandse Waddenzee wordt geadviseerd om tevens de voor het zeegras geschikte gebieden permanent voor de kokkel- en mosselvisserij te sluiten.

Gezien de zeldzaamheidswaarde en de kwetsbaarheid van het zeegras in de nederlandse Waddenzee dient men zeer zorgvuldig met het huidige materiaal om te gaan. Bij de wens om het areaal zeegras actief door middel van kernen te herstellen wordt geadviseerd om vooraf aan grootschalige transplantaties eerst de mogelijkheden en beperkingen van transplantatie op kleine schaal en zeer intensief te onderzoeken op een beperkt aantal lokaties (Fig. 6).

1. INLEIDING

In de nederlandse Waddenzee komen twee soorten zeegras voor, namelijk Klein Zeegras (*Zostera noltii* Hornem.) en Groot Zeegras (*Zostera marina* L.). Tegenwoordig worden beide soorten hier enkel in het intergetijdegebied (= litoraal) aangetroffen. Het zeegras in de nederlandse Waddenzee is de laatste 60 jaar aan grote druk onderhevig. Groot Zeegras groeide in vroeger jaren ook in het sublitoraal deel van de Waddenzee. Het is daar sinds 1932, waarschijnlijk door een ziekte (Short et al. 1988), uit verdwenen en niet meer teruggekomen. Aan het begin van de zeventiger jaren is door Polderman & Den Hartog (1975) een achteruitgang vastgesteld van de het totale oppervlak en de gemiddelde bedekking van de litorale zeegrasvelden in de nederlandse Waddenzee. Op dit moment lijkt het areaal van zeegras zich weer wat uit te breiden. Dit is met name te danken aan een verandering in het beheer van de kwelderwerken, waardoor het Klein Zeegras zich in deze gebieden opnieuw ontwikkelt (Philippart & Dijkema, in prep.).

De achteruitgang van het zeegras heeft ook invloed gehad op een aantal plant- en diersoorten, wiens aanwezigheid aan het zeegras gebonden zijn. In de sublitorale zeegrasvelden kwamen specifieke wieren, schaaldieren (o.a. Hermietkreeft) en vissen (o.a. Zeedonderpad, Zeestekelbaars, Trompetter Zeenaald) voor (Goor, 1919). Het verdwijnen van dit zeegras viel ook samen met een achteruitgang van de Rotgans, welke het zeegras benutte als stapelvoedsel na aankomst uit de broedgebieden in het najaar (Mörzer Bruijns & Tanis 1955). Waarschijnlijk is de achteruitgang van de Rotgans veroorzaakt door het feit dat deze ganzen door het uitvallen van het zeegras als belangrijke voedselbron, voedsel gingen zoeken op de eilanden zelf en daardoor veel gemakkelijker te bejagen waren (Ebbinge & Boudewijn 1984).

De oorzaak van de achteruitgang van het zeegras is nog niet geheel duidelijk. Het verdwijnen van het sublitoraal zeegras wordt toegeschreven aan een "wasting disease", waarbij de effecten van deze ziekte versterkt zouden kunnen zijn door de afsluiting van de Zuiderzee. De Afsluitdijk heeft veranderingen in hydrografische omstandigheden veroorzaakt, welke de habitats van het zeegras beïnvloed zouden kunnen hebben (Reigersman 1939). Als mogelijke oorzaak voor de achteruitgang van de litorale zeegrassen wordt de toename van nutriënten en toxische stoffen in de nederlandse Waddenzee genoemd (Polderman & Den Hartog 1975).

Het belang van de Waddenzee en de rol van zeegrasvelden hierin wordt onderkend door de overheid. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij heeft de voortrekkersrol op zich genomen om een aantal effecten (o.a. waterverontreiniging) op het ecologisch fungeren van het Waddengebied tegen de achtergrond van de natuurlijke potenties van het systeem nader te analyseren (Actiepunt 20; Regeringsbeslissing NatuurBeleidsPlan 1989-1990). In de Derde Nota Waterhuishouding van het Ministerie van Verkeer en

Waterstaat wordt de versnelling van het herstel van zeegras d.m.v. actieve aanplant van enkele kernen waaruit verspreiding plaatsvindt, geadviseerd (par. 7.3.2.2, 1988-1989). In de Regeringsbeslissing Derde Nota Waterhuishouding wordt deze actie bekrachtigd als actiepunt W72, waarbij zowel het Ministerie van LNV als het Ministerie van V&W als de voortrekkers genoemd worden.

Op de ministerconferentie in Esbjerg in december 1991 is door de minister van LNV toegezegd dat aanzienlijke delen van de Nederlandse Waddenzee gesloten zullen worden voor de kokkel- en mosselvisserij. Het Ministerie van LNV wil bij advisering over het areaal en de lokatie van de te sluiten gebieden rekening houden met de aanwezigheid en mogelijke ontwikkeling van zeegras.

In het kader van de voorbereiding van deze beleidsbeslissingen worden in dit rapport de voor het zeegras belangrijke gebieden in de Waddenzee aangegeven. De selectie van deze gebieden is gemaakt op basis van de huidige verspreiding van litorale zeegrassen en de potentiële verspreiding op basis van een door het IBN in samenwerking met het NIOZ uitgevoerde modelberekening. Daarnaast wordt een mogelijk vooronderzoek naar het herintroduktie van het zeegras door middel van kernen in de Waddenzee gepresenteerd. Voor dit in samenwerking met RWS-DGW uit te voeren onderzoek is op het moment van schrijven nog geen financiering gevonden.

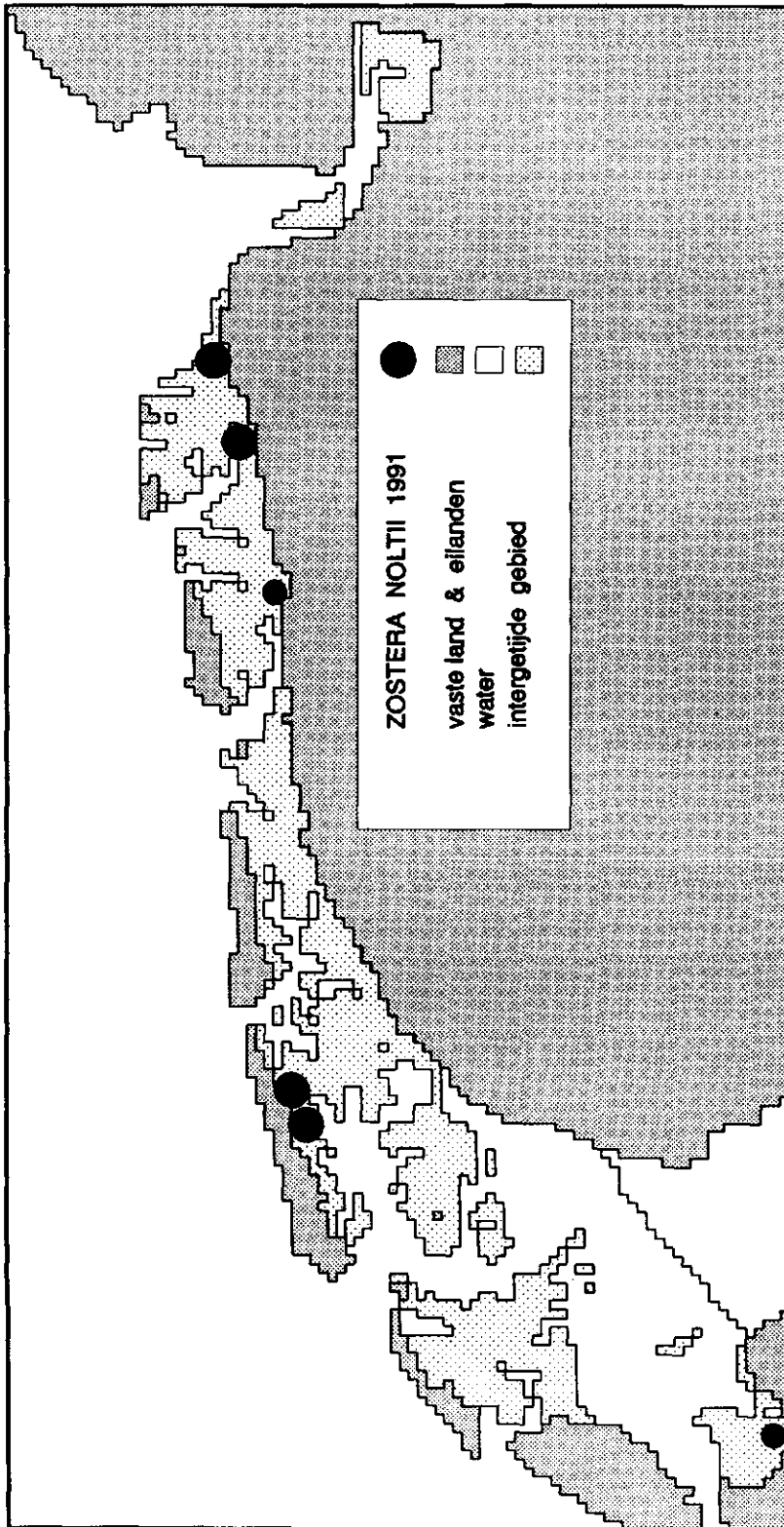
2. HUIDIGE VERSPREIDING

2.1 KLEIN ZEEGRAS

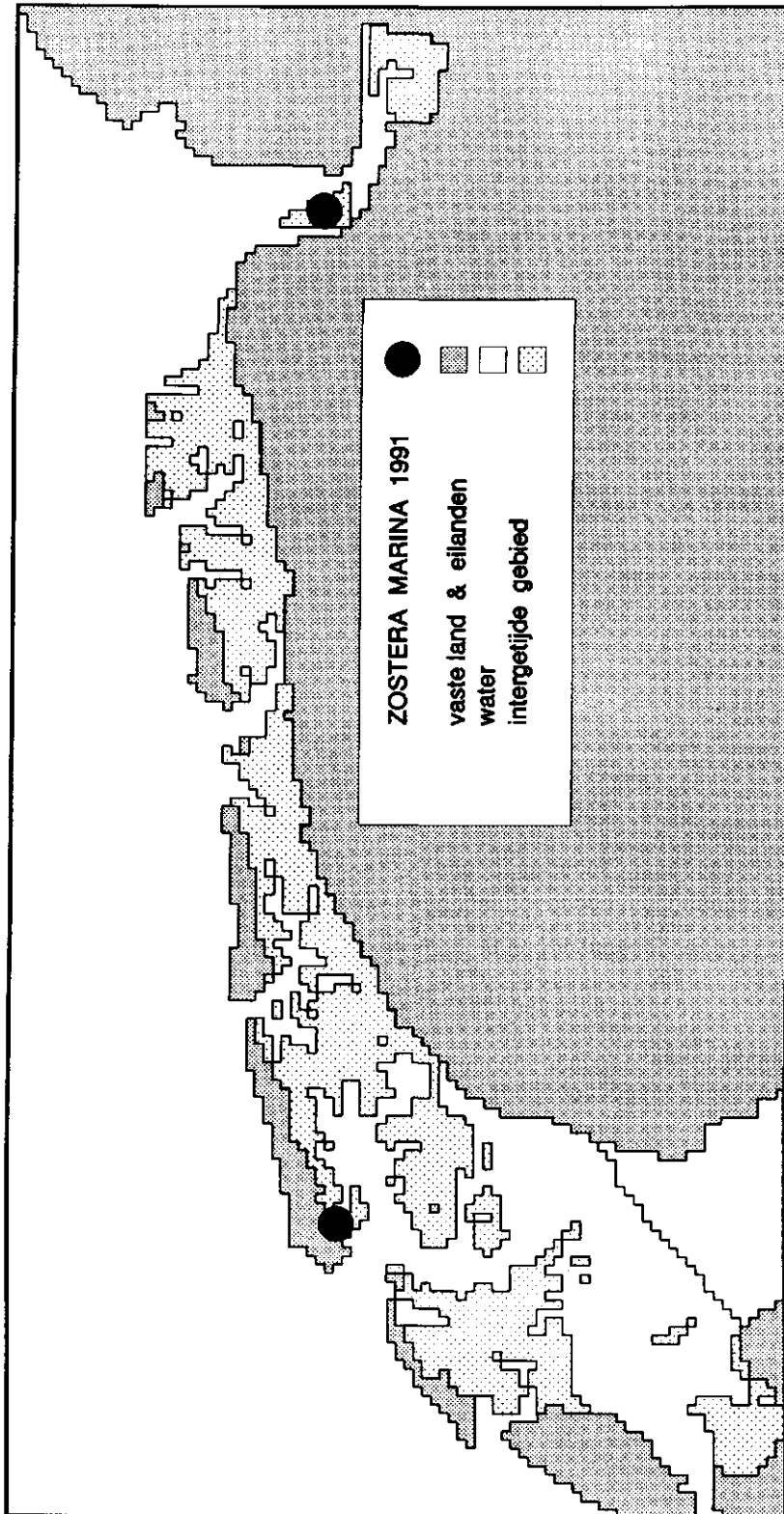
In de nederlandse Waddenzee komen tegenwoordig vier velden met Klein Zeegras (*Zostera noltii*) voor (Philippart & Dijkema, in prep.). Twee van deze velden bevinden zich op de wadplaat zuidelijk van het eiland Terschelling, namelijk in en rond het oude kwelderwerk "De Keeg/ De Ans" en westelijk van het wantij tussen Hoorn en Oosterend (Fig. 1). De overige twee velden met Klein Zeegras bevinden zich in de kwelderwerken van Groningen, namelijk in de kwelderwerken van de Linthorst Homanpolder, de Noordpolder, en die van de Emmapolder (Fig. 1). Hier en daar komen ook nog wat kleinere voorkomens van enkele m² van Klein Zeegras voor zoals direkt buiten de kwelderwerken in de hoek van de Lauwerszeedijk en bij de Linthorst-Homanpolder (Fig. 1). Van het vroegere zeegrasveld op het Balgzand (Polderman & Den Hartog, 1975) is tegenwoordig nog maar weinig over. De populatie van Klein Zeegras bestaat hier uit verstrooide zeegrasveldjes met elk een oppervlak van ongeveer 1m² en met een totale bedekking van ongeveer 1 hectare (pers. meded. J.J. Beukema). Het totale areaal bedekt met Klein Zeegras wordt op 2,6 km² geschat (Philippart & Dijkema in prep.).

2.2 GROOT ZEEGRAS

De huidige verspreiding van het Groot Zeegras (*Zostera marina*) beperkt zich in de nederlandse Waddenzee tot twee velden, namelijk één veld in de havenkom van het eiland Terschelling en één veld op de wadplaat "De Hond" in het Eems-Dollard estuarium (Fig. 2). Het areaal van veld Groot Zeegras op "De Hond" is in 1988 geschat op 14 ha met gemiddeld 40% bedekking, met daarnaast op een groot deel van de plaat tevens verspreide pollen met een zeer geringe bedekking (pers. meded. K. Essink). Verder zijn er zeer incidenteel zaailingen van Groot Zeegras in de nederlandse Waddenzee aangetroffen, meestal ten zuiden van eilanden en zandplaten zoals Terschelling, Schiermonnikoog, Simonszand en Rottumeroog. Het totale areaal bedekt met Groot Zeegras wordt op minder dan 1 km² geschat.



Figuur 1. De huidige verspreiding van Klein Zeegras (*Zostera noltii*) in de nederlandse Waddenzee.



Figuur 2. De huidige verspreiding van Groot Zeegras (*Zostera marina*) in de Nederlandse Waddenzee.

2.3 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

De velden met Klein Zeegras in de nederlandse Waddenzee bestaan nagenoeg geheel en met Groot Zeegras grotendeels uit meerjarige planten. De meerjarige planten overleven de winter door middel van wortelstokken, de bovengrondse delen sterven grotendeels af. Gedurende 4 jaar onderzoek aan Klein Zeegras op het wantij van Terschelling is slechts een enkele keer een zaailing van deze soort aangetroffen. De zeegrasvelden zijn daardoor gevoelig voor mechanische verstoring. Beschadiging van de planten tijdens het groeiseizoen vermindert de kans op overleving in de winter en bedreigt daardoor het voortbestaan van de velden.

Voor zowel passief als actief herstel van het zeegras in de nederlandse Waddenzee is geschikt plantemateriaal nodig. Er mag verwacht worden dat het beste materiaal voor herstel van zeegras in de Waddenzee de planten zijn die er nu groeien. Deze hebben immers bewezen zich voor langere tijd te kunnen handhaven onder de specifieke lokale omstandigheden.

Gezien de kwetsbaarheid van de huidige velden en met het oog op mogelijk herstel in de toekomst wordt gekonkludeerd dat behoud van de zeegraspopulaties slechts mogelijk is als de delen van het wad waarin zich de laatste zeegrasvelden van de nederlandse Waddenzee bevinden voor de kokkel- en mosselvisserij gesloten worden. Van west naar oost zijn dat achtereenvolgens:

- het Balgzand;
 - de havenkom "De Plaat" van West-Terschelling, Terschelling;
 - het gebied in en rond het oude kwelderwerk "De Keeg/ De Ans", Terschelling;
 - het wantij ten zuiden van het gebied tussen Hoorn en Oosterend, Terschelling;
 - het gebied in de hoek van de Lauwerszeedijk/Westpolder direkt buiten de kwelderwerken;
 - de kwelderwerken van "Linthorst", Groningen;
 - de kwelderwerken van "Emmapolder", Groningen;
 - de wadplaat "De Hond/ De Paap", Groningen.
-

3. POTENTIËLE VERSPREIDING

3.1 MODELLERING

De potentiële verspreidingskaarten van Klein en Groot Zeegras zijn gebaseerd op informatie van het hele Waddenzee gebied zoals weergegeven op de habitatkaart van de nederlandse, duitse en deense Waddenzee (Dijkema et al. 1989). Tijdens de statische analyse van de data is een logit model verondersteld. Een logit model beschrijft de relatie tussen waarschijnlijkheid van voorkomen (p) van een zeegrassoort binnen een vierkante kilometer en de waarde van een lineaire voorspeller (lp). De waarde van de lineaire voorspeller wordt berekend als de som van een constante en de effecten op de waarschijnlijkheid van voorkomen van onafhankelijke factoren. Zowel de waarde van de constante als die van de significante milieufactoren zijn soortspecifiek. Kortom, de waarschijnlijk van voorkomen, dus de geschiktheid van het wad voor een zeegrassoort, wordt afgeleid van een optelsom van de soortspecifieke effecten van significante milieufactoren. Voor meer informatie betreffende de modellering wordt verwezen naar het artikel van Philippart et al. (1992).

Voor de beschrijving van de relatie tussen milieufactoren en het al dan niet voorkomen van zeegras in de Waddenzee zijn twee modellen ontwikkeld, één voor Klein Zeegras en één voor Groot Zeegras. Voor beide soorten zeegras bleek dat hun voorkomen afhankelijk was van dezelfde milieufactoren maar in verschillende mate. Dit resulteerde in twee modellen, waarbij voor elk model de waarde van de lineaire voorspeller berekend kan worden als de som van een soortspecifieke konstante en soortspecifieke waarden voor de effecten van het type sediment, de stabiliteit van de bodem, de droogvaltijd, de regio en een interactie tussen droogvaltijd en regio. De waarden van de genoemde parameters, constante en milieufactoren, zijn soortspecifiek, dus voor de twee modellen verschillend (Philippart et al. 1992).

De modelresultaten kunnen voor verschillende doeleinden gebruikt worden. Ten eerste geven de waarden van de parameters de mate van invloed van de milieufactoren op de verspreiding van beide zeegrassoorten in de Waddenzee weer. Ten tweede zijn van elke vierkante kilometer van het intergetijde gebied van de Waddenzee op basis van de habitatkaart de milieufactoren, sediment type, stabiliteit van de bodem, droogvaltijd en regio beschreven. Aan de hand van deze informatie, het model en de waarden van de parameters, kan de kans op voorkomen van een zeegrassoort op deze plek voorspeld worden.

3.2 MILIEUFAKTOREN

De habitatkaart van de Waddenzee beschrijft oa. het type sediment, de droogvaltijd, de stabiliteit van de wadplaten aan de hand van het voorkomen van megaribbels, de saliniteit van het water en de verspreiding van enkele kenmerkende Waddenzee soorten zoals mosselbanken en zeegrassen op de wadplaten. Voor de wijze waarop de habitatkaart tot stand kwam, wordt verwezen naar het artikel van Dijkema (1991).

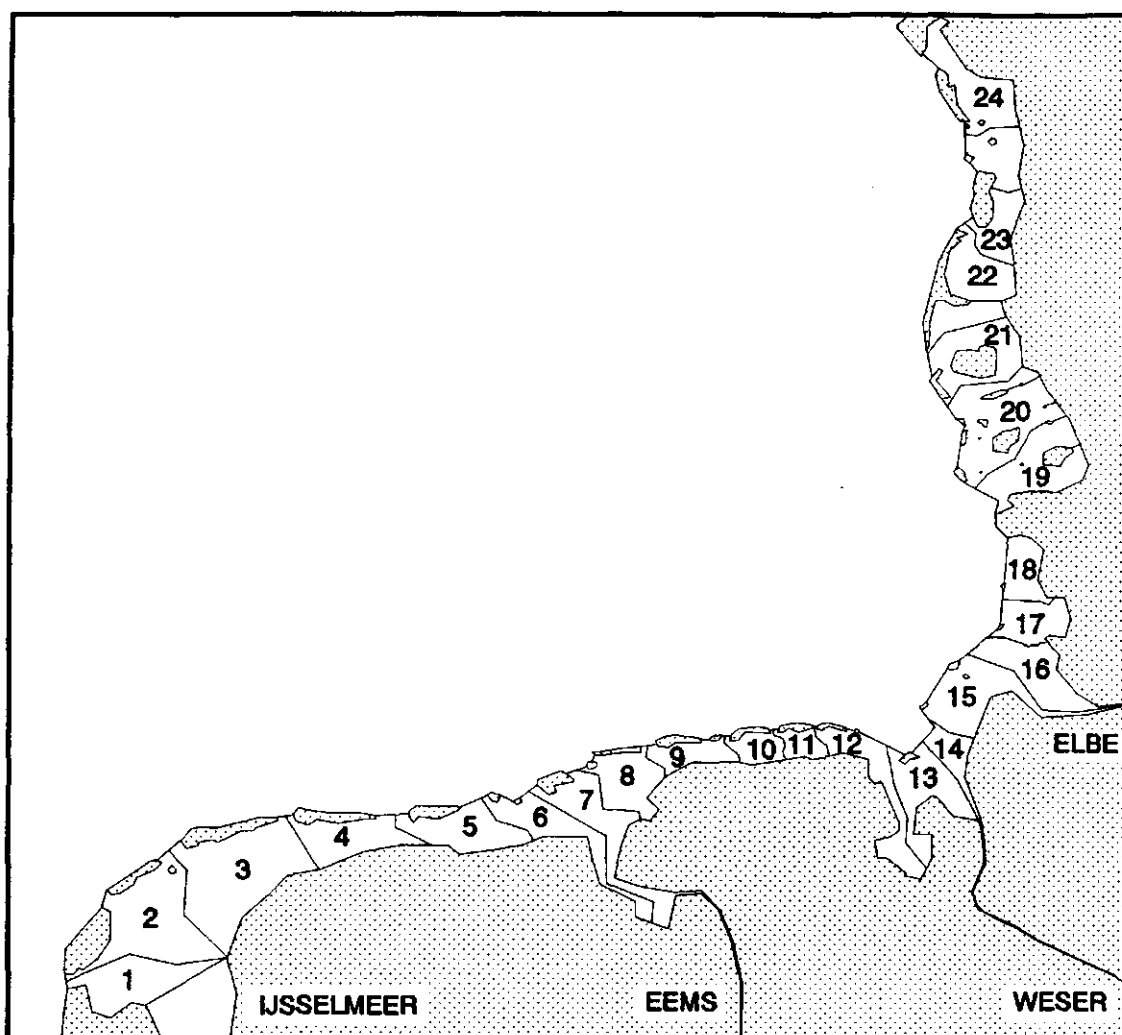
De habitatkaart beschrijft de situatie zoals deze aangetroffen werd in de eind zeventiger jaren. Dit betekent dat er mogelijk verschillen bestaan tussen de huidige situatie en die welke op de habitatkaart beschreven is. Zo werd ruim tien jaar geleden in tegenstelling tot de huidige situatie het Groot Zeegras nog veelvuldig aangetroffen tussen het Klein Zeegras op het Balgzand en op het wantij van Terschelling. De velden Klein Zeegras in de kwelderwerken van de Linthorst Homanpolder en de Noordpolder en het veld Groot Zeegras op de wadplaat "De Hond" lijken zich te hebben uitgebreid. Het Klein Zeegras in de kwelderwerken van de Westpolder en de Emmapolder is nieuw.

Het studiegebied van de potentiële verspreidingskaarten is beperkt tot het gebied dat ingesloten wordt door de eilanden, het vaste land, de riviermondingen en de zeegaten van de Waddenzee. Dit gebied is op de kaart ingedeeld in kilometerblokken. Van elke vierkante kilometer in de litorale zone van het studiegebied is het type sediment, de droogvaltijd, de stabiliteit van de bodem, de saliniteit, het nummer van de regio en de aan- dan wel afwezigheid van beide zeegrassoorten genoteerd.

Voor de beschrijving van de stabiliteit van de bodem van de wadplaten is een klassifikatie ontworpen aan de hand van een indeling van de Waddenzee in meer en minder dynamische gebieden. Volgens Ehlhers (1988) zijn de zeegaten vanwege de stroom- en golfwerking de meest dynamische gebieden van de Waddenzee. De scheidslijn tussen de zeegaten en de minder dynamische gebieden beschrijft hij als vloeddelta's. Wij hebben de positie van de vloeddelta's aangevuld met de ligging van de megaribbels als referentie genomen voor de stabiliteit van de bodem, door de dynamiek in de kilometerblokken waar deze scheidslijn doorheen loopt op nul te stellen. Er is aangenomen dat de dynamiek afneemt vanaf de zeegaten in de richting van de wantijen. Als maat voor de stabiliteit van de bodem van een kilometerblok is de afstand tussen de vloeddelta en het centrum van het desbetreffende blok genomen. De afstand is als negatief genoteerd als het kilometerblok zich in een zeegat, dus buiten de vloeddelta, bevond en positief als het tussen de vloeddelta en een wantij in lag. De klassifikatie van stabiliteit van de bodem is uiteindelijk beperkt tot 8 klassen.

Naast de variatie in de Waddenzee op een schaal van kilometers, kent het gebied ook variaties op een grotere schaal. Zo wordt de morfologie van zandige kustgebieden bepaald door de interactie van diverse processen, met name door getijverschillen (Dijkema et al. 1989). In de Waddenzee variëren de getijverschillen van ongeveer 1 m in het Deense noorden en Den Helder

tot meer dan 3 m in de Duitse Bocht. Daarnaast zijn er verschillen in waterkwaliteit en golfhoogte te verwachten. Om de variatie in de Waddenzee, op een grotere schaal dan vierkante kilometers, mee te nemen in het model, is het gebied ingedeeld in 24 regio's. Elke regio bestaat uit het gebied rond één wantij en wordt begrensd door de hoofdassen van de zeegaten (Fig. 3). Helaas is gebleken dat het opnemen van zowel saliniteit als regio in de modellen onoverkomelijke rekentechnische bezwaren met zich meebrengt. Omdat verwacht werd dat de factor regio ($n = 24$) meer informatie zal opleveren dan de factor saliniteit ($n = 4$), is besloten de laatstgenoemde te laten vallen. Bovendien mag verwacht worden dat eventuele invloed van saliniteit op de verspreiding van zeegrassen tot uiting zal komen in de invloed van regio's.



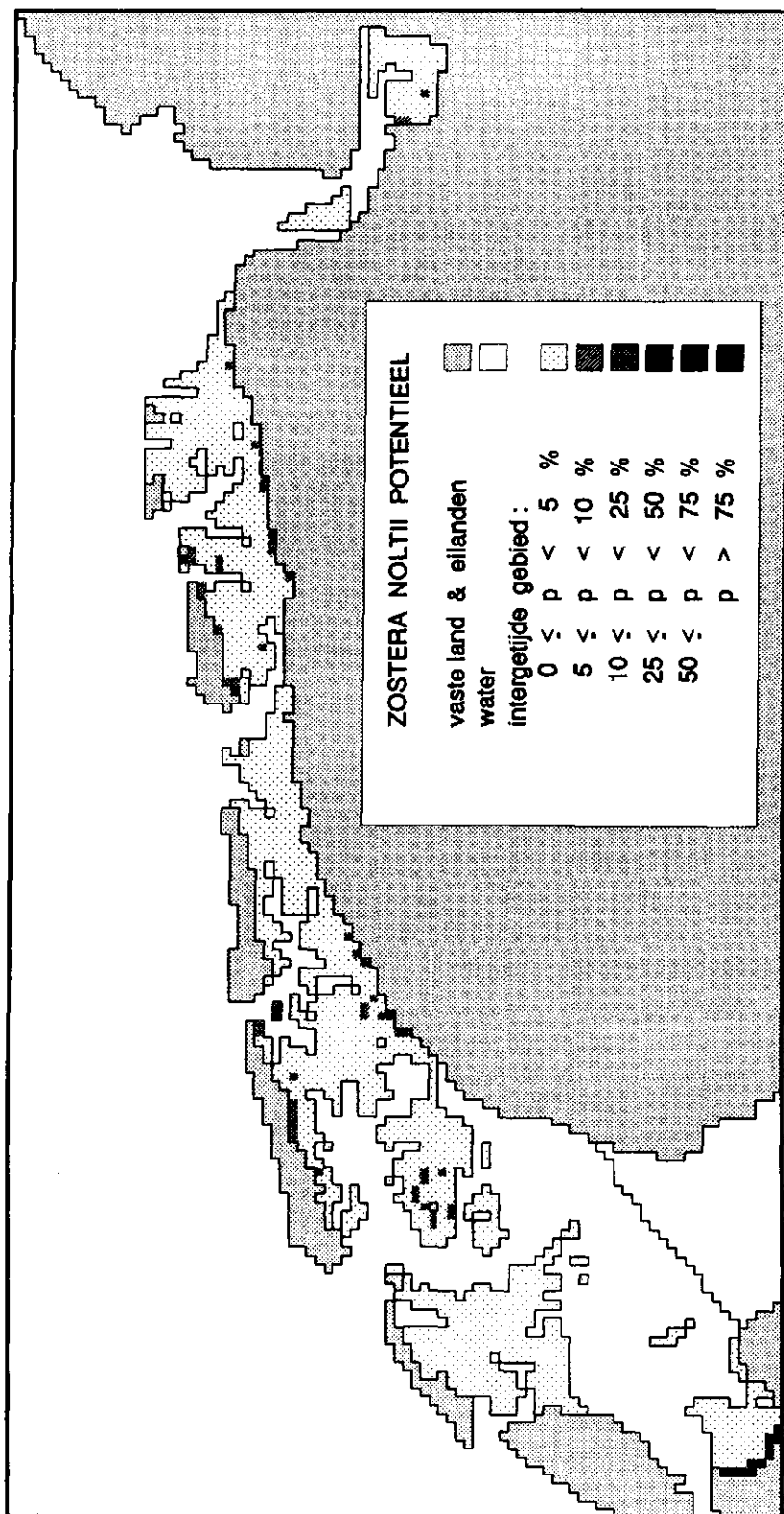
Figuur 3. De indeling van de Waddenzee in regio's.

3.3 KLEIN ZEEGRAS

Het Klein Zeegras geeft in de gehele Waddenzee op een schaal van 1 km² de voorkeur aan slikkige bodems met een slibgehalte van meer dan 8%. De soort prefereert de minder dynamische wadplaten in de Waddenzee, met name de gebieden welke zich op ongeveer 2 km afstand van de lijn van de vloeddelta's richting wantij bevinden.

Door de significante bijdrage aan het model van een interactie tussen droogvaltijd en regio is de invloed van deze milieufactoren op de verspreiding van Klein Zeegras niet voor alle vierkante kilometers van de gehele Waddenzee hetzelfde. Zo kan aan de hand van de modelresultaten berekend worden dat de optimale droogvaltijd van Klein Zeegras in de regio's Terschelling en Rottumeroog rond de 50% ligt, zich in de regio's Balgzand en Schiermonnikoog tussen de 50% en 66% bevindt en in de regio's Vlieland en Ameland meer dan 66% geprefereerd wordt.

In figuur 4 is voor iedere vierkante kilometer in het intergetijdegebied van de nederlandse Waddenzee de kans op het voorkomen van Klein Zeegras weergegeven. Omdat het model gebaseerd is op de verspreiding zoals aangegeven op de habitatkaart, is het niet verwonderlijk dat de berekende kans op voorkomen groot is op de meeste lokaties waarop het Klein Zeegras op deze kaart voorkomt, zoals het Balgzand en het wantij van Terschelling. Maar de resultaten laten tevens zien dat ook andere lokaties waarop het Klein Zeegras niet voorkomt net zo goed, zo niet beter, geschikt lijken te zijn voor deze soort, zoals de wadplaten rond het eiland Griend en onder de kust van Friesland en Groningen. Ook heeft zich op een aantal plekken welke door het model voorspeld zijn, het Klein Zeegras zich inmiddels gevestigd, zoals de Westpolder en de Emmapolder.



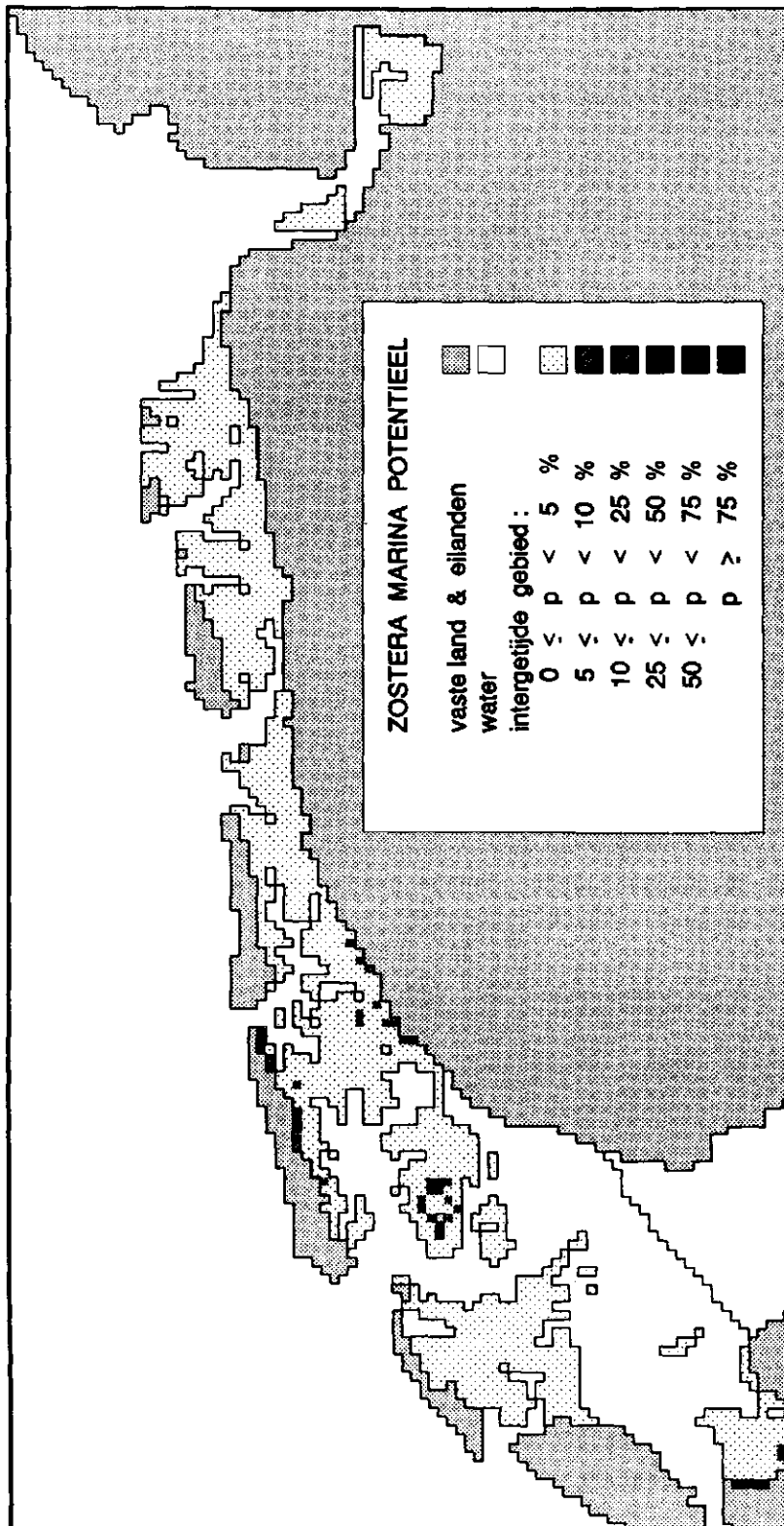
Figuur 4. De kans op voorkomen van Klein Zeegras (*Zostera noltii*) in de nederlandse Waddenzee.

3.4 GROOT ZEEGRAS

Groot Zeegras verkiest voor de gehele Waddenzee dezelfde omstandigheden wat betreft type sediment en stabiliteit van de bodem als Klein Zeegras, namelijk gebieden met slikkige bodems en op een afstand van 2 km van de vloeddelta's richting wantij.

Ook voor Groot Zeegras is een significante bijdrage van de interactie aan het model tussen droogvaltijd en regio gevonden. Groot Zeegras verkiest in de regio Rottummeroog een droogvaltijd van minder dan 50% en preferert in de regio's Balgzand, Terschelling en Schiermonnikoog een droogvaltijd van ongeveer 50%. De optimale positie in de regio Terschelling ligt rond een droogvaltijd van 50-66% en in de regio Vlieland wordt de voorkeur gegeven aan een droogvaltijd van meer dan 66%.

Figuur 5 geeft de kans op voorkomen van Groot Zeegras in de Nederlandse Waddenzee weer. Voor Groot Zeegras is opvallend dat de kans op voorkomen reëel, groter dan 5%, is in kleine delen van de westelijke Waddenzee. Voor dit deel van de Waddenzee is er een grote overeenkomst tussen de meest geschikte gebieden voor Klein en voor Groot Zeegras, zoals de wadplaten rond het eiland Griend en onder de kust van Friesland (Fig. 4 & 5). Opgemerkt dient te worden dat voor beide soorten zeegras het voorkomen op de wadplaat "De Hond", waar ten tijde van de habitatkaart Klein zeegras voorkwam en tegenwoordig Groot Zeegras te vinden is, niet voorspeld wordt.



Figuur 5. De kans op voorkomen van Groot Zeegras (*Zostera marina*) in de nederlandse Waddenzee.

3.5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

De potentiële verspreidingskaarten van Klein en Groot Zeegras geven lokaties in de nederlandse Waddenzee aan welke voor deze soorten geschikt zijn op basis van type sediment, stabiliteit van de bodem, droogvaltijd en regionale karakteristieken. Opvallend in de potentiële verspreiding modellen zijn de rollen van droogvaltijd en regio. De droogvaltijd, dus de positie van een zeegras binnen de litorale zone, wordt beschouwd als een compromis tussen de effecten van uitdroging en die van licht op de groei van de plant. De significante bijdrage aan beide modellen van de interactie tussen droogvaltijd en regio zou er op kunnen wijzen dat de lichtomstandigheden in de Waddenzee regionaal verschillen. De lichtomstandigheden worden niet bepaald door de droogvaltijd, maar ook door de hoogte van de waterkolom, de helderheid van het water en de mate van begroeiing van bladeren van zeegras door epifytische algen (Orth & Moore 1988).

Gezien de vermoedelijk belangrijke rol van lokale lichtomstandigheden op het voorkomen van beide zeegrassoorten in de litorale zone van de nederlandse Waddenzee, verdient het aanbeveling de aard van deze vermoedelijk lokale beperking te onderzoeken. Resultaten van dit onderzoek kunnen mogelijk inzicht geven in de oorzaak van de eerder geconstateerde achteruitgang van litoraal zeegras én aanwijzingen voor de kans van slagen van een mogelijk actief herstel door middel van transplantatie.

4. PRAKTIJKPROEF NAAR MOGELIJK HERSTEL

4.1 DOELSTELLING

De omstandigheden voor de groei van het zeegras lijken zich de laatste jaren te verbeteren. Alhoewel de aanpassing van de geulen aan de nieuwe situatie na de afsluiting van de Zuiderzee nog niet compleet is (Philippart 1989), zouden na 60 jaar de sedimentatie- en erosie processen zodanig verminderd kunnen zijn dat er uitbreiding van de huidige zeegrasvelden mogelijk is. Er is tevens een afname van nutriëntenbelasting uit het IJsselmeer de Rijn gekonstateerd (Veer et al. 1989). En ruim vijf jaar na het stoppen van de begreppeling van de laagste delen van de kwelderwerken is daar weer een ontwikkeling van Klein Zeegras op gang gekomen.

Nieuwe velden kunnen door verspreiding van zaden en/of wortelstokken ontstaan. De huidige zeegrasvelden bedekken slechts een klein deel, minder dan 1%, van het oppervlak van de wadplaten van de nederlandse Waddenzee. De kans dat wortelstokken of zaden nieuwe gebieden bereiken die geschikt zijn voor respectievelijk kieming en ontwikkeling, en dat bovendien op het juiste tijdstip, is erg klein. Natuurlijk herstel van zeegras kan daarom veel tijd vergen. Voor andere gebieden dan de Waddenzee is bekend dat afhankelijk van de soort en de omstandigheden het zeegras 6 tot 100 jaar nodig heeft om zich op natuurlijke wijze te herstellen (Thorhaug 1986).

Om het proces van het herstel van het zeegras te versnellen wordt door de nederlandse overheid actieve aanplant van enkele kernen waarvan verspreiding plaatsvindt geadviseerd (Derde Nota Waterhuishouding). Voordat tot herstel van zeegras door middel van kernen kan worden overgegaan, zou eerst bekend moeten zijn wat de mogelijkheden en beperkingen voor deze kernen onder de huidige omstandigheden van de nederlandse Waddenzee zijn. In dit kader wordt voorgesteld om op basis van de modelresultaten en de benodigde kennis en ervaring een praktijkproef naar de mogelijkheden en beperkingen van herstel van zeegras in de nederlandse Waddenzee vanuit kernen uit te voeren en door middel van een ekologisch onderzoek te begeleiden.

4.2 ZEEGRAS MATERIAAL

Tijdens experimenten op het wantij van Terschelling is aangetoond dat transplantatie van wortelstokken, mits juist behandeld en op het juiste tijdstip verpoot, geen significant verschil tot gevolg heeft tussen het getransplanteerde materiaal en de omringende planten (Philippart in prep.). Op basis van deze ervaring en op basis van de ervaringen van anderen (Fonseca et al. 1982, Phillips 1980) wordt het gebruik van wortelstokken van zeegras en niet dat van zaden aangeraden.

Zoals reeds aangegeven hebben de planten die nu in de nederlandse Waddenzee voorkomen bewezen dat in staat te zijn om in dit milieu gedurende langere tijd in leven te blijven. Bovendien kan het werken met lokaal materiaal een beter inzicht geven in de mogelijke oorzaken van de achteruitgang van dit zeegras in vroeger jaren.

Uiteraard dient met het materiaal zeer zorgvuldig omgegaan te worden omdat het hier voor de nederlandse Waddenzee zeldzame soorten betreft. Eerdere experimenten op het wantij van Terschelling hebben geleerd dat het zeegras met behulp van wortelstokken de kunstmatig aangebrachte open plekken in de vegetatie vanuit de randen weer koloniseert met een snelheid tot een maximum van 0.5 m per jaar. Om schade aan de huidige zeegrasvelden zoveel mogelijk te beperken, dient het materiaal verspreid uit het veld verzameld te worden en dient zorg gedragen te worden dat tijdens verzamelen, transport en transplantatie zo weinig mogelijk materiaal verloren gaat.

4.3 PROEFLOKATIES

De keuze van de positie van de proeflokaties is gebaseerd op de resultaten van het hierboven beschreven modelonderzoek en de bij het IBN, DGW en KUN aanwezige veldervaring met zeegras. Er zijn aanwijzingen dat het model daadwerkelijk de plekken aanwijst waar het zeegras zich kan ontwikkelen. Zo wordt er op een aantal lokaties waar volgens de habitatkaart geen zeegras voorkomt en het model laat zien dat de kans van voorkomen hoog is, zeegras aangetroffen, bv. aan de kust van Groningen in en buiten de kwelderwerken en incidenteel onder de zandplaat Simonszand.

Voor de uiteindelijke keuze van proeflokaties zijn de volgende criteria gehanteerd:

1. Meest gunstige omstandigheden voor beide zeegrassoorten, d.w.z. meeste kans van voorkomen op basis van modelresultaten.
 2. Gelijke omstandigheden wat betreft type sediment, stabiliteit van de bodem en droogvaltijd. In combinatie met criterium 1 komt dit neer op lokaties met type sediment zand, dus niet met een slikkige bodem omdat dit in combinatie met de andere in de regio's gevonden milieufactoren niet de hoogste score
-

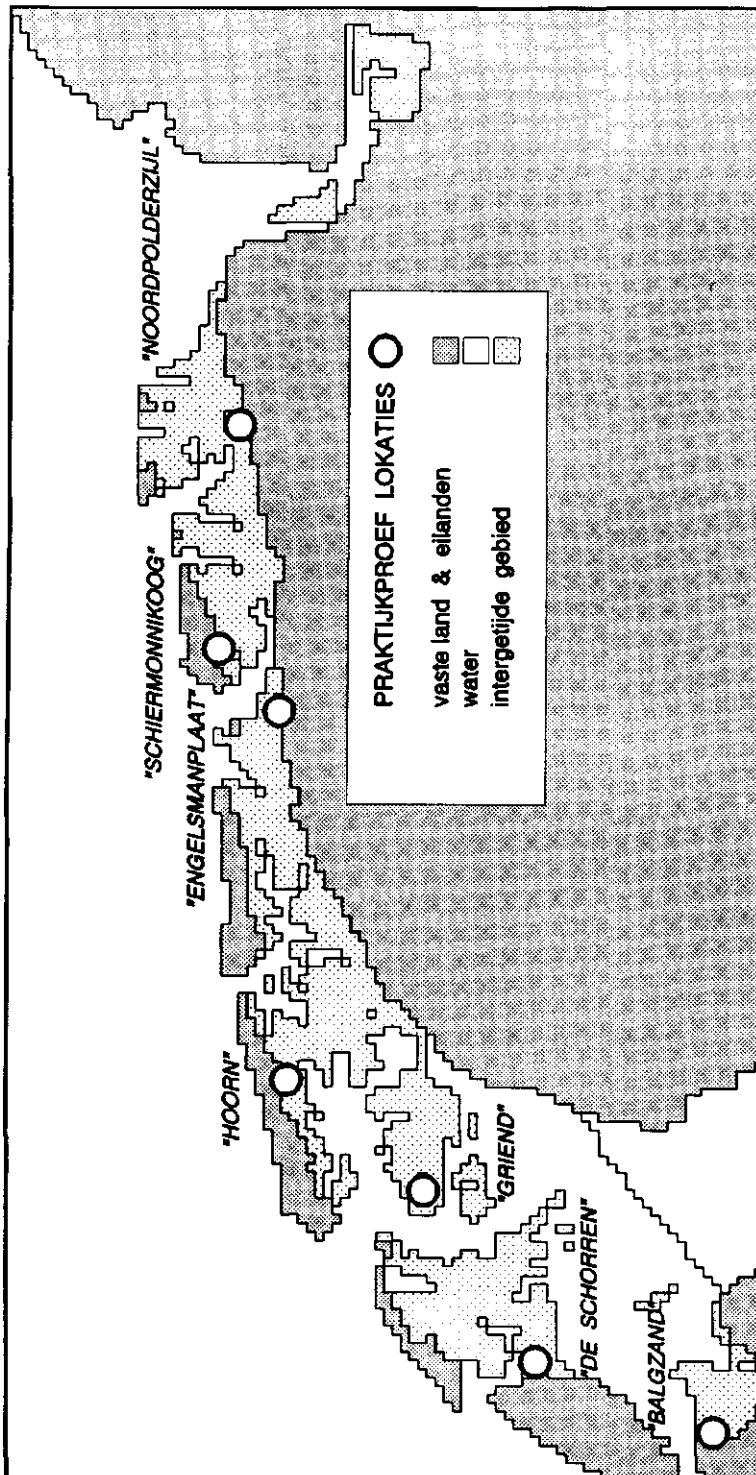
geeft, gelegen op een afstand van 2 km van de vloeddelta richting wantij en met een droogvaltijd van 50%.

3. Verdeling van kernen over de nederlandse Waddenzee, d.w.z. één lokatie per regio.

4. Goede bereikbaarheid van de proeflokaties.

Aan de hand van deze criteria, de resultaten van het model en ervaring zijn de volgende lokaties voor de praktijkproef in de nederlandse Waddenzee geselecteerd (Fig. 6):

- regioBalgzand:"Balgzand", gemeente DenHelder -
 - regioVlieland:"DeSchorren", gemeenteTexel
 - regioTerschelling:"Hoorn", gemeenteTerschelling(referentie)
"Griend", gemeenteTerschelling
 - regioAmeland:"Engelsmanplaat", gemeenteWierum
 - regio Schiermonnikoog:"Schiermonnikoog", gemeente Schiermonnikoog -
 - regio Rottumeroog:"Noordpolderzijl", gemeente Hefshuizen
-



Figuur 6. Selectie van lokaties voor uitvoering van praktijkproef naar mogelijkheden en beperkingen van het herstel van Klein en Groot Zeegrass vanuit kernen in de nederlandse Waddenzee.

4.4 PLOTS

Aan de hand van de resultaten van het modelonderzoek aan de Waddenzee zeegrassen is afgeleid dat de milieufactor droogvaltijd een belangrijke rol speelt bij de verspreiding van litorale zeegrassen en dat het effect van deze milieufactor verschilt voor verschillende regio's in de Waddenzee. Om de invloed van de milieufactor droogvaltijd mee te nemen in de praktijkproef, dient op elke proeflokatie op identieke wijze een transect uitgezet te worden, loodrecht op de hoogtelijnen van de wadplaten.

Het zeegras dient langs dit transect in plots uitgezet te worden, bv. 10 plots van 1m², 5 voor Klein Zeegras en 5 voor Groot Zeegras. Het middelste plot van het transect dient zich voor alle transekten bij een droogvaltijd van 50% te bevinden, en ook de boven- en ondergrens worden qua droogvaltijd gelijkgesteld voor alle transekten.

4.5 TE METEN PARAMETERS

Tijdens de duur van het experiment dienen zowel de ontwikkeling van het zeegras als het verloop van een aantal omgevingsfactoren gevolgd te worden. De ontwikkeling van de biomassa van beide soorten zeegras dient zoveel mogelijk aan de hand van non-destructieve methoden gemeten te worden. Naast de ontwikkeling van de vegetatie zelf zal ook de ontwikkeling van de geassocieerde algen en macrofauna gevolgd dienen te worden.

Het effect van droogvaltijd wijst op een bepalende rol van het lichtklimaat op de groei en ontwikkeling van zeegras in de Nederlandse Waddenzee. Het lichtklimaat wordt bepaald door de droogvaltijd, de dichtheid van de epifytische algen op de bladeren van het zeegras en de troebelheid van het water. Het effect van droogvaltijd wordt door de genoemde proefopzet binnen de regio en tussen de regio's afgeleid bij vergelijking van qua droogvaltijd identieke plots. De dichtheid van de epifytische algen wordt gevolgd door aan de hand van de ontwikkeling op kunstmatig substraat en geijkt aan de hand van monsternamen van zeegrasbladeren. De troebelheid van het water dient bepaald te worden aan de hand van lokale continue metingen van instraling boven en onder water, gecombineerd met metingen van de waterhoogte.

Naast het volgen van de biotische en abiotische ontwikkelingen in de plots, dient tevens het verloop van de concentraties van een aantal schadelijke stoffen in het zeegras en de geassocieerde algen en macrofauna bepaald te worden. In eerste instantie valt te denken aan zware metalen, herbiciden, PCBs en antifouling producten.

4.6 PLANNING

De ervaring leert dat transplantatie alleen succesvol is als het in het voorjaar (april/mei) wordt uitgevoerd. Omdat de overleving in de winter een cruciale rol speelt voor het voortbestaan van de soort, dient om uitspraken te doen omtrent de mogelijkheden van herstel, de ontwikkeling van het zeegras in de plots gedurende minstens 2 jaar gevolgd te worden. Een praktijkproef als deze dient daarom minimaal voor een periode van 3 jaar gepland te worden, inclusief rapportage.

Het verloop van abiotische factoren (instraling, waterhoogte, temperatuur) dient voor elk transect apart continue geregistreerd te worden met behulp van een combinatie van sensoren en een datalogger. Het verloop van de biotische factoren (ontwikkeling van zeegras, epifytische algen en geassocieerde macrofauna) en de concentraties van mogelijk toxische stoffen in deze componenten van het zeegrasveld dient zeer frequent bepaald te worden, afhankelijk van het tijdstip in het jaar elke 2 tot 6 weken.

Mocht als gevolg van financiële beperkingen een keuze gemaakt dienen te worden tussen het aantal lokaties en het aantal metingen, dan dient gekozen te worden voor een beperking van het aantal lokaties. Inperking van de meetfrequentie per lokatie levert o.i. te weinig informatie op betreffende de doelstelling van de praktijkproef om de mogelijke verstoring van de huidige zeegrasvelden te rechtvaardigen.

6. GECITEERDE LITERATUUR

Ehlers, J., 1988. The morphodynamics of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam. 397 p.

Dijkema, K.S., 1991. Towards a habitatmap of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea. *Ocean 7 Shoreline Management* 16: 1-21.

Dijkema, K.S., G. van Tienen & J.G. van Beek, 1989. Habitats of the Netherlands, German & Danish Wadden Sea. Research Institute for nature Management, Texel, The Netherlands. 30 p.

Ebbinge, B.S. & T. Boudewijn. Richtlijnen voor het beheer van Rotganzen in het nederlandse waddengebied. RIN-rapport 84/4. RIN Leersum: 1-76.

Fonseca, M.S., W.J. Kenworthy & G.W. Thayer, 1982. A low-cost planting technique for eelgrass (*Zostera marina* L.). Coastal Engineering Technical Aid 82-6, U.S., Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Centre, Fort Belvoir, Va.: 15 p.

Goor, A.C.J., 1919. Het zeegrass (*Zostera marina* L.) en zijn beteekenis voor het leven der visschen. Rapp. Verh. Rijksinst. Visserij 1: 416-498.

Mörzer Bruijns, M.F. & J. Tanis, 1955. De Rotganzen, *Branta bernicla* L., op Terschelling. *Ardea* 43 (4): 261-271.

Orth, R.J. & K.A. Moore, 1988. Distribution of *Zostera marina* L. and *Ruppia maritima* L. Sensus Lato along depth gradients in the lower Chesapeake Bay, USA. *Aquat. Bot.* 32: 291-305.

Philippart, M.E., 1989. Simulatie van getijveranderingen in de westelijke waddenzee (+ tweede onderzoek). Instituut voor Meteorologie en Oceanografie, Rijksuniversiteit utrecht, R-89-2. 80 pp.

Philippart, C.J.M. & K.S. Dijkema. Wax and wane of the seagrass *Zostera noltii* Hornem. in the Dutch Wadden Sea (in prep.).

Philippart, C.J.M., K.S. Dijkema & J. van der Meer, 1992. Wadden Sea seagrasses: where do they grow and why there? *Neth. Inst. Sea Res. Publ. Ser.* 20. (accepted)

Phillips, R.C., 1980. Transplanting methods. In: R.C. Phillips & C.P. McRoy. *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*. Garland STPM Press, New York: 41-56.

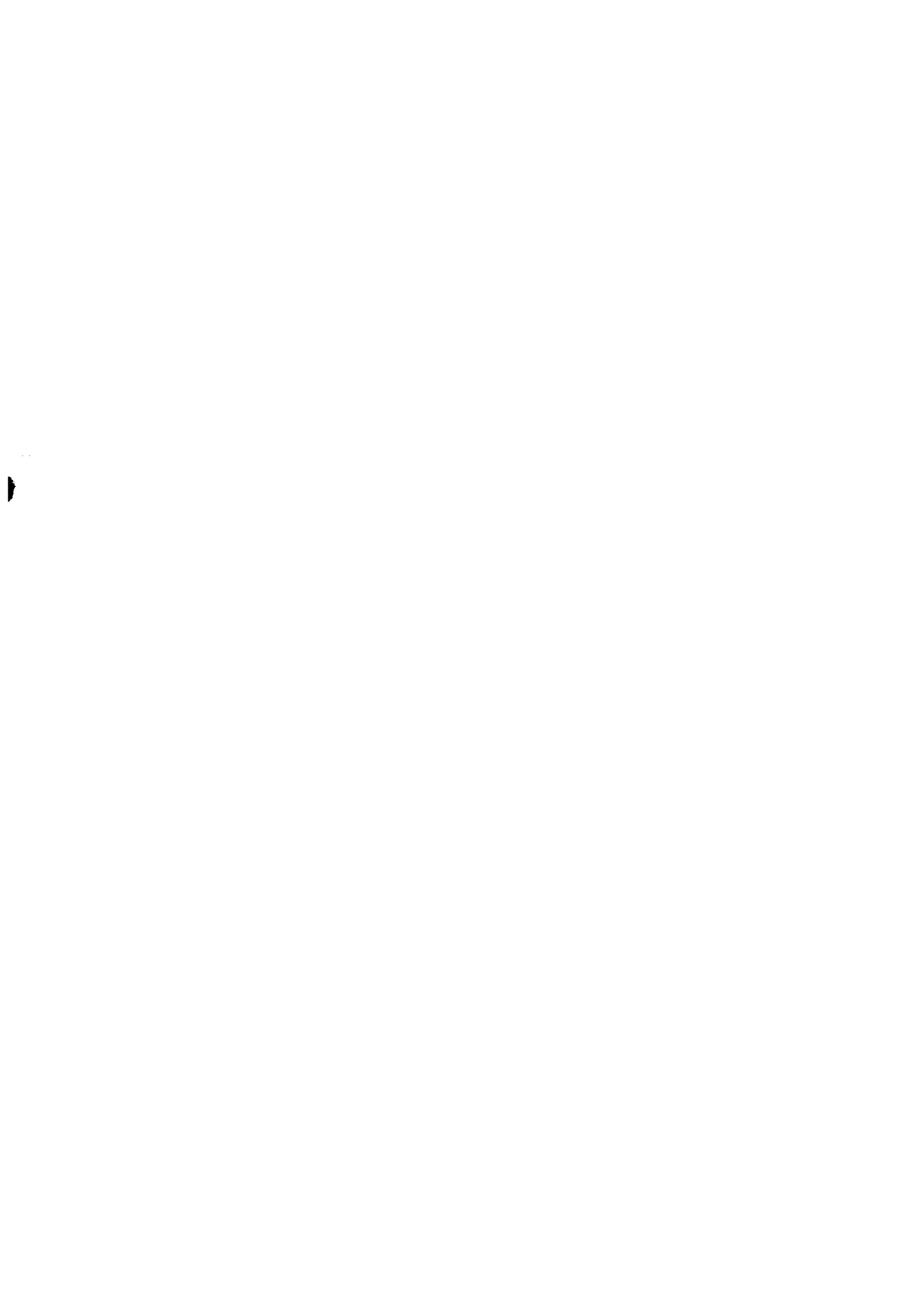
Polderman, P.J.G. & C. Den Hartog, 1975. De zeegrassen in de Waddenzee. Wetensch. Meded. KNNV 107: 1-32.

Reigersman, C.J.A., G.F.H. Houben & B. Havinga, 1939. Rapport omtrent den invloed van de wierziekte op den achteruitgang van de wierbedryven. Amsterdam. 67 pp.

Short, F.T., B.W. Ibelings & C. Den Hartog, 1988. Comparison of a current eelgrass disease to the wasting disease in the 1930s. Aquat. Bot. 30: 295-304.

Thorhaug, A., 1986. Review of restoration efforts. Ambio 15 (2): 110-117.

Veer, H.W. van der, W. van Raaphorst & M.J.N. Bergman, 1989. Eutrophication of the Dutch Wadden Sea: external nutrient loadings of the Marsdiep and Vliestroom basin. Helgoländer Meeresunters. 43: 501-515.



RIN-rapporten en IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 94 85 40 van het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van het rapportnummer. Uw girobetaling geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

To order RIN and IBN reports advance payment should be made by giro transfer of the price indicated in Dutch guilders to postal account 94 85 40 of the **DLO Institute for Forestry and Nature Research, P.O.Box 23, 6700 AA Wageningen, The Netherlands**. Please note that your payment is considered as an order form and should mention only the report number(s) desired. Reports are sent free of charge.

- 88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-
- 88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkvenen. 109 p. f 16,-
- 88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,50
- 88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50
- 88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p. f 13,-
- 88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 85 p. f 9,-
- 88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-
- 88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-
- 88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.
- 88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.
- 88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.
- 88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.
- 88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.
- De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.
- 88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 19,50
- 88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-
- 88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedsel生态学 van de vos in Nederland. 96 p. f 14,50
- 88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A1 bij Oldenzaal. 18 p. f 4,50
- 88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-
- 88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50
- 88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50
- 88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-
- 88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 18,50
- 88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatie-zones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 19,-

- 88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 21,-
- 88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50
- 89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50
- 89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50
- 89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 21,-
- 89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50
- 89/9 N. Dankers, K. Koelemaj & J. Zegers, De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee. 66 p. f 9,-
- 89/12 R. van Halewijn, Bescherming van zeevogels op het Lago-rif, Aruba, in 1988. 73 p. f 10,-
- 89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (Meles meles); een modelbenadering. p101 p. f15,-
- 89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-
- 89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 22,-
- 89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 16,-
- 89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 14,-
- 89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraalland van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,50
- 89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 22,-
- 90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,50
- 90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-
- 90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50
- 90/6 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3. 61 p. f8,50
- 90/8 H. Siepel et al., Effecten van verschillen in mestsoort en waterstand op vegetatie en fauna in klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. 50 p. f 7,50
- 90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-
- 90/10 P.J.H. Reijnders, I.M. Traut & E.H. Ries, Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor het terugzetten van gerevalideerde zeehonden, Phocavitulina, in de Oosterschelde. 36 p.f6,-
- 90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 18,-
- 90/12 K. Kramer & P. Spaak, meadowsim, een evaluatie-instrument voor de kwaliteit van graslandgebieden voor weidevogels. 51 p. f 7,50
- 90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van de Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-
- 90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO₂, NH₃ and (NH₄)₂SO₄ on survival and extinction of *Arnica montana* and *Viola canina*. 60 p. f 8,50
- 90/17 J.E. Winkelman, Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). 209 p. f 26,50
- 90/18 N.J.M. Gremmen & R.J.B. Zwanikken, De haalbaarheid van een kennissysteem voor heidebeheer. 49 p. f7,50
- 90/21 W.J. Wolff, Verslag van de workshop op 2 oktober 1990 te Wageningen gewijd aan het Rapport van de Werkgroep II van het Intergovernmental Panel on Climate Change. 63p. f9.-

- 91/2 W.A. Teunissen, De uitstralingseffecten van geluidsproductie van de militaire 25 mm schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijs. 101 p. f 15,-
- 91/3 G.J.M. Wintermans, De uitstralingseffecten van militaire geluidsproductie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. 60 p. f 8,50
- 91/6 J. Wiertz, De dassenpopulatie in Nederland 1960-1990. 76 p. f 10,-
- 91/8 H. van Dobben, Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. 62 p. f 8,50
- 91/10 K.S. Dijkema et al., Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. 156 p. f20,50
- 91/11 F. Maaskamp & H. Siepel, Overlast van dazen rond het zwembad van Maarheeze. 9 p. f 3,50
- 91/12 A.J. Verkaik, Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten Ondatra zibethicus in Flevoland. 79 p. f 13,-
- 1991-1 N. Dankers et al., The Wadden Sea in the future - why and how to reach? RIN contributions to research on management of natural resources. 108 p. f 16,-
- IBN-rapport 91/1 M.J.S.M. Reijnen & R.P.B. Foppen, Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. Hoofdrapport 110 p. f 16,-
- IBN-rapport 91/2 i d e m Opzet en methoden 44 p. f 7,-
- RIN-rapport 92/1 P.F.M. Verdonschot, J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland 174 p. f 23,50
- RIN-rapport 92/7 J. Wietz, Schatting van ontbrekende vocht- en stikstofindicatiegetallen van Ellenberg (1979). 28 p. f 6,60
- RIN-rapport 92/10 H.N. Siebel, De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal Zeegrass in de Nederlandse Waddenzee. 28 p. f 5.50

maart 1992