

Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken  
in de Waddenzee



# **Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken in de Waddenzee**

**A.G. Brinkman<sup>1)</sup>**

**B.J. Kater<sup>2)</sup>**

**G. Aarts<sup>1)</sup>**

**J.M.D.D. Baars<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Alterra, Wageningen

<sup>2)</sup> RIVO, Yerseke

**Alterra-rapport 901**

**Alterra, Wageningen, 2004**

## REFERAAT

Brinkman, A.G., B.J. Kater, G. Aarts & J.M.D.D. Baars, 2004. *Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken in de Waddenzee*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 901. 132 blz.; 25. fig.; 25 tab.; 45 ref.

Onderzocht is welke invloed kokkelvisserij heeft op het voorkomen en overleven van mossel(zaad)banken. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens over het voorkomen van mosselbanken en van kokkelbanken, plus de locatie en de intensiteit van de kokkelvisserij. Procesgericht onderzoek was geen onderdeel van de analyse. De onderzoeksperiode betrof de jaren 1992-2002 en omvatte de droogvallende delen van de gehele Nederlandse Waddenzee.

Trefwoorden: kokkelbanken, kokkelvisserij, mosselbanken, sediment, slibgehalte, Waddenzee

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €26,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 901. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

Dr. Ir. A.G. Brinkman Alterra  
Projectleider Postbus 167  
1790 AD Den Burg  
Tel: 0222 369728  
E-mail: bert.brinkman@wur.nl

Drs. Ing. B.J.Kater RIVO  
Deelprojectleider Postbus 77  
4400 AB Yerseke

Drs. G. Aarts Alterra  
Ing. J.M.D.D. Baars RIVO  
Yerseke

Het project is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij  
Directie Wetenschap en Kennisoverdracht  
dd 19 juli 2001  
Kenmerk TRCDWK/2001/3248

Het project is onderdeel F4a van EVA-II, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de gevolgen van schelpdiervisserij in de kustwateren 1999-2003.

EVA-II is een gezamenlijk project van het  
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit  
Directie Visserij  
en het  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Hoofddirectie Water

© 2004 Alterra  
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Kader	11
1.2 Kokkelvisserij	11
1.3 Kokkels	12
1.4 Mosselbanken	13
1.5 Mogelijke verbanden tussen kokkelvisserij en mosselzaadval	13
1.6 Vraagstellingen	14
1.7 Onderzoeksgebied	15
2 Materiaal	17
2.1 Kokkelinventarisaties door de kokkelsector	17
2.2 Kokkelsurveys	17
2.3 Mosselbankinventarisaties en selectie van zaadbanken	18
2.4 Mosselsurveys	19
2.5 Meting intensiteit van kokkelvisserij in de Waddenzee	19
<b>DEEL A</b>	<b>21</b>
3 Methoden	23
3.1 Kokkelgrid	23
3.2 Analyse relatie mosselzaadval en kokkelvisserij (deelvraag 1)	23
3.3 Relatie kokkelvisserij en mosselbiomassa (deelvraag 2)	24
3.4 Winteroverleving mosselzaadbanken (deelvraag 3)	25
4 Resultaten	27
4.1 Kokkelpunten	27
4.2 Mosselzaadbanken	27
4.3 Kokkelgrid	28
4.4 Relatie mosselzaadval en kokkelvisserij (deelvraag 1)	29
4.4.1 Kokkelvisserij-intensiteit	29
4.4.2 Relatie tussen kokkelvisserij intensiteit en de ligging van mosselzaadbanken	29
4.5 Mosselbiomassa in het voorjaar na mosselzaadval (deelvraag 2)	30
4.6 Winteroverleving van mosselzaadbanken (deelvraag 3)	34
5 Conclusies	41
5.1 Is er een relatie tussen kokkelvisserij en de ligging van mosselzaadbanken (deelvraag 1)?	41
5.2 Heeft kokkelvisserij een effect op de dichtheid van de mosselbiomassa (deelvraag 2)?	41
5.3 Heeft kokkelvisserij een effect op de winteroverleving (deelvraag 3)?	42

<b>DEEL B</b>	43
6 Methoden	45
6.1 Inleiding	45
6.2 Grid	45
6.3 Habitatgeschiktheidskaarten	46
6.3.1 Mosselhabitatkaart	46
6.3.2 Kokkelhabitatkaarten	47
6.4 Abiotische karakteristieken	47
6.4.1 Droogvaltijden	47
6.5 Kokkelvisserij-intensiteit	48
6.6 Modelleren algemeen	48
6.6.1 Tijdspanne en analysetermijn	48
6.6.2 Kokkelvisserijkarakteristieken	48
6.6.3 Causaliteit	49
6.6.4 Ruimtelijke autocorrelatie	49
6.7 Modellerings technieken	49
7 Resultaten	53
7.1 Overzicht van kenmerken van kokkelvisserij	53
7.1.1 Waar lagen de meeste kokkels?	54
7.1.2 Wat zijn de kenmerken van de beviste delen?	55
7.1.3 Welk deel is bevestigd?	56
7.1.4 Op welke locaties is gevestigd?	59
7.1.5 Op welke dichtheid is gevestigd?	59
7.2 Analyse uitgaande van kokkelbanken	61
7.2.1 Mosselzaadval op kokkelbanken versus overige litorale gebieden	61
7.2.2 Mosselzaadval op kokkelbanken in vergelijking tot historische kokkelgebieden	61
7.2.3 Mosselzaadval op kokkelbank versus op verdwenen kokkelbank	62
7.2.4 Mosselzaadval op beviste kokkelbanken versus onbeviste kokkelbanken	62
7.2.5 Kans op mosselzaadval uitgezet tegen kokkelvisserij-intensiteit het jaar ervoor	63
7.2.6 Leidt een hogere kokkelvisserij-intensiteit tot een grotere kans op mosselzaadval?	64
7.2.7 Conclusie en discussie	66
7.3 Analyse uitgaande van kokkeldichtheden	67
7.3.1 Waar liggen mosselbanken en kokkelbanken volgens de habitatkaarten?	68
7.3.2 Wat verklaart de ligging van mosselbanken, ofwel: draagt kokkelvisserij bij aan deze verklaring.	68
7.4 Conclusies	72

<b>DEEL C</b>	73
8 Gezamenlijke conclusies	75
8.1 Is er een relatie tussen kokkelvisserij en ligging van mosselzaadbanken	75
8.2 Heeft kokkelvisserij een effect op de mosselbiomassa	76
8.3 Heeft kokkelvisserij een effect op de winteroverleving	76
Referenties	77
<b>Bijlagen</b>	81
1 Betekenis van de percentages bevissing	83
2 Pilot voor deel A	89
3 Kokerwormen	93
4 Gebruikte databestanden voor analyses deel B	95
5 Gebruikte modeleringstechnieken voor analyses deel B	97
6 Bevissing in de andere jaren (dan genoemd in paragraaf 7.1.3)	101
7 Verband kokkelbiomassa en droogvalduur	105
8 Verband bevissing-% en slibgehalte (deeltjes <64 µm)	107
9 Verband bevissing-% en droogvalduur	109
10 Bespreking van de analyse van het verband tussen bevissing, kokkelbiomassadichtheid en mosselbankvoorkomen	111
11 Verklarende woordenlijst	123
12 Auditrapport en verwerking van de opmerkingen door de auteurs	125





## Samenvatting

In het hier beschreven onderzoek is gekeken naar de invloed van kokkelvisserij op het voorkomen en overleven van mossel(zaad)banken. Hierbij is zowel gekeken naar alléén die plaatsen waar kokkels verwacht kunnen worden (deel A van de rapportage), als naar het gehele wad (deel B van de rapportage).

Idee achter het onderzoek was dat na kokkelvisserij de bodem dusdanig veranderd kan zijn dat deze minder of juist meer geschikt is geworden om een jaar later vestigingskansen te bieden aan mosselzaad. Wanneer dit het geval zou zijn, zouden deze plaatsen te onderscheiden zijn van plaatsen welke ook geschikt zijn voor kokkels, maar waar geen kokkelvisserij heeft plaats gevonden.

De verandering in de bodem door kokkelvisserij zou ook een doorwerking kunnen hebben op de biomassa-ontwikkeling van het mosselzaad. In een aantal mosselzaadbanken die de winter hebben overleefd zijn in het voorjaar na deze winter biomassamonsters genomen.

Mosselvisserij is niet in het onderzoek betrokken omdat gedurende de gehele periode geen bevissing van mosselbanken heeft mogen plaatsvinden.

Er is een aantal analyses uitgevoerd:

- alléén de locaties zijn beschouwd waar kokkelbanken voorkomen, onderzocht is of de kans op mosselzaadval ter plekke wordt beïnvloed door kokkelvisserij
- alle Waddenzee-locaties zijn beschouwd: wordt de kans op mosselzaadval beïnvloed door de aanwezigheid van kokkelbanken, en is visserij hierbij van invloed
- met meenemen van alle Waddenzeelocaties is onderzocht in hoeverre de ligging van mosselzaadbanken wordt verklaard door de mosselkaart, en in hoeverre andere variabelen aan die verklaring bijdragen, zoals de kokkelhabitatkaart, de kokkelbiomassadichtheid en de vissrij-intensiteit.

Daarnaast is onderzocht in hoeverre bevissing van invloed is op de overleving van mossel(zaad)banken.

Conclusies zijn:

1. Er bleek geen significante correlatie te bestaan tussen de kokkelvisserij-intensiteit in het jaar voor mosselzaadval en de biomassa in het voorjaar na mosselzaadval. Ook droeg kokkelvisserij intensiteit niet bij aan het verklaren van de variantie in de mosselbiomassa
2. In een aantal jaren lijkt kokkelvisserij van invloed te zijn (deels positief, deels negatief) op het ontstaan van mosselzaadbanken in het erop volgende jaar. Maar in andere jaren is die relatie niet aantoonbaar
3. Mosselzaad, waarvan in de gesloten gebieden een hogere biomassa per m<sup>2</sup> aanwezig was dan in de open gebieden, bleek zowel in 1999 als in 2001 in litorale

gebieden een sterk significante voorkeur te hebben om zich op kokkelbanken te vestigen.

4. Mosselzaadval lijkt gecorreleerd met de kokkelbiomassadichtheid, maar aannemelijk lijkt ons dat hierbij van een niet-causaal verband sprake is
5. Kokkelvisserij lijkt geen effect te hebben op de overleving na drie jaar van mosselbanken. Dit is consistent voor alle onderzochte jaren. Wel lijkt de overleving van mosselzaadbanken hoger in de gesloten gebieden (2001 niet significant, 1996 significant).

Samengevat: het effect van kokkelvisserij op mosselzaadval is moeilijk eenduidig te kwantificeren daar het afhankelijk is van a) de heersende kokkeldichtheden en daarmee de mate waarin deze kokkeldichtheden door kokkelvisserij afnemen, b) de heersende abiotische omstandigheden en c) de plaatsing van kokkelvisserij ten opzichte van abiotische omstandigheden, zoals hoogte op het wad.

Het algemene beeld lijkt er op dat wanneer er hoge kokkeldichtheden zijn, een zekere mate van kokkelbevissing gunstig kan uitpakken, maar zware bevissing negatieve effecten heeft. Hoge kokkeldichtheden lijken ook minder gunstig voor het ontstaan van mosselbanken, evenals lage kokkeldichtheden of het afwezig zijn van kokkelbanken.

De winteroverleving van een mosselzaadbank hangt niet af van de mate waarin in het gebied op kokkels gevist is. De winteroverleving in gesloten gebied is niet beter of slechter dan de overleving in opengesteld gebied.

# 1 Inleiding

## 1.1 Kader

In 1998 is de eerste fase van het beleid voortvloeiend uit de Structuurnota zee en kustvisserij geëvalueerd (LNV, 1998). Een tweede evaluatie, EVA-II genaamd, wordt door de instituten Alterra, RIVO en RIKZ uitgevoerd, en heeft tot doel de effecten van de schelpdiervisserij in de Waddenzee op de natuurwaarden van het gebied zo goed mogelijk en zoveel mogelijk kwantitatief in kaart te brengen (zie Ens et al, 2000). Uiteindelijk dient het onderzoek materiaal aan te dragen om het beleid inzake de visserij in de Waddenzee te structureren en te formuleren.

Onderdeel F van EVA-II richt zich op mosselbanken, en is onderverdeeld in zeven deelvragen, waarbij in vraag F4 de invloed van kokkelvisserij op het ontstaan en het overleven van mosselzaadbanken en meerjarige mosselbanken wordt onderzocht. Het onderdeel F4a richt zich hierbij op de litorale mosselbanken. Sublitorale mosselbanken worden in F4b (Bult et al, 2003 in prep) behandeld.

Binnen F4a is een drietal wegen bewandeld:

1. Alleen die locaties zijn beschouwd waar kokkelbanken liggen of hebben gelegen. Onderzocht is of op die locaties mosselzaadval heeft plaats gevonden, en of er een relatie te vinden is met de kokkelvisserij ter plekke, voorafgaand aan de mosselzaadval. Ook de stabiliteit van de aangetroffen mosselbanken is onderzocht.
2. De gehele Waddenzee is beschouwd, waarbij onderzocht is of mosselzaadval bij voorkeur voorkomt op kokkelbanken of verdwenen kokkelbanken, en of er een relatie te vinden is met kokkelvisserij.
3. Ook voor de gehele Waddenzee is onderzocht in hoeverre de aanwezigheid van mosselzaadbanken op verschillende locaties verklaard wordt door 1) de geschiktheid van de locaties voor mosselbanken aan de hand van de mosselhabitatkaart (Brinkman & Bult, 2002; onderdeel F2 van EVA-II), 2), de geschiktheid van de locaties voor kokkelbanken (Kater et al, 2003, onderdeel H3 van EVA-II) en 3) wat de feitelijke kokkeldichtheid en/of graad van kokkelbevissing bijdraagt aan deze verklaring.

Allereerst wordt een globaal overzicht gegeven van de situatie rond kokkels, mosselen en de mechanische kokkelvisserij.

## 1.2 Kokkelvisserij

Kokkelvisserij in de Waddenzee wordt voor het eerst rond 1870 vermeld. Oorspronkelijk werd handmatig gevist, en sinds de jaren '50 is de mechanische kokkelvisserij geïntroduceerd. De mechanische visserij op kokkels vindt meestal plaats van eind augustus tot eind december, terwijl de handmatige visserij op kokkels

het gehele jaar kan plaatsvinden. Het mechanisch vissen gebeurt met één of twee zuigkorren. Een kor is een uit stalen spijlen bestaande korf, die op twee sleden rust. De afstand tussen de spijlen is 15 mm. Dit betekent dat de kleinste kokkels die worden opgevisst een schelpbreedte van 15 mm en een schelpenlengte van ongeveer 21 mm hebben. Het schip trekt de korren voort; aan de voorkant van iedere kor steekt een mes 2.5-3 cm in de bodem. Tegelijk worden de kokkels losgespoten en komen ze in een kor terecht. De kokkels in de kor worden met zeewater via een zuigbuis opgezogen, in een spoelmolen gebracht, en met een lopende band aan dek gebracht. Mechanische kokkelvisserij wordt op droogvallende platen uitgevoerd als er meer dan 75 cm water staat en in de diepere delen (Productschap Vis, 2000; Kamermans et al., 2003a).

De verwachte financiële opbrengst is sturend bij de keuze van de vissers voor vislocaties; er wordt dus steeds een afweging gemaakt tussen de schelpdieropbrengst (aantallen per m<sup>2</sup> gecombineerd met de kwaliteit van de kokkels) en de kosten plus oogstbaarheid (kunnen de kokkelschepen de locaties bereiken). In het algemeen houdt deze afweging in dat grote, makkelijk bereikbare kokkels die in grote concentraties voorkomen het eerst worden bevestigd.

De kokkelvisserij vindt de laatste jaren coöperatief plaats: de vissers delen de opbrengst.

Elk jaar vinden inventarisaties plaats van kokkel- en mosselvoorkomens. Zie daartoe de paragrafen 2.2–2.3; voor de bepaling van de intensiteit van de visserij: zie §2.5.

### 1.3 Kokkels

Het eerste broed van kokkels wordt in het algemeen in de maand juni aangetroffen, maar dat varieert enigszins afhankelijk van de omstandigheden (De Vooijs, onged.). De periode waarin de eieren vrijkomen ligt ongeveer een maand eerder; de larven brengen globaal gesproken een maand in het water door, maar die periode kan afhankelijk van voedsel- en weersomstandigheden langer duren. Ook lijkt het erop dat de reproductie zich niet uitsluitend concentreert in een korte periode, maar zich over een lange periode kan uitstrekken.

De larven vestigen zich bij voorkeur op beschutte locaties, waarbij de voorkeursdiepte niet goed bekend is. Naar De Vooijs (ongedat) zou die ongeveer tussen midtij en de laagwaterlijn bij gemiddeld doortij bevinden. De bovengrens bevindt zich volgens hem globaal bij 70% droogvaltijd. In deelonderzoek H3 van EVA-II (Kater et al, 2003) is dit voor de Waddenzee nader onderzocht, waarbij gevonden werd dat het zwaartepunt van de kokkelvoorkomens zich vrij hoog in de getijdenzone bevindt, namelijk enigszins boven de gemiddelde waterlijn (50-60% droogvaltijd). Dit zwaartepunt hoeft niet samen te vallen met de plek waarop het meeste broed valt. Een deel van het broed wordt weggegeten, waarbij garnalen, krabben en platvissen een belangrijke rol kunnen spelen. Ook kan actieve migratie plaatsvinden (Armonies, 1997).

Na het eerste jaar zijn vooral vogels (scholekster, eidereend) de belangrijkste predator.

#### **1.4 Mosselbanken**

Mosselen komen in de Waddenzee voor in mosselbanken. Een mosselbank wordt gedefinieerd als: “Een bentische gemeenschap waar mosselen beeldbepalend zijn, en die bestaat uit een ruimtelijk goed af te bakenen lappendeken van grote of kleine groepen mosselen die als bulten boven de omgeving kunnen uitsteken en die door open ruimtes gescheiden zijn” (Brinkman et al., 2002).

De reproductie van mosselen vindt in het Nederlandse Waddengebied globaal plaats tussen medio mei en begin juni, maar kan zich over een langere periode uitstrekken. Soms vindt een tweede reproductie plaats in het najaar. Klein mosselbroed kan normaliter vanaf begin juli op het substraat worden aangetroffen, begin augustus is het broed goed met het blote oog zichtbaar. De schelpjes produceren byssusdraden waarmee ze zich aan het substraat en elkaar hechten. Mosselzaad is gebaat bij goede hechtingsmogelijkheden, en kan daartoe ondermeer levende of dode kokkelschelpen gebruiken, maar ook ander substraat zoals schelpkokerwormen (*Lanice*). Soms vindt vestiging van mosselbanken zelfs plaats op kaal zand als ondergrond, maar dat komt de overlevingskansen van een ontwikkelende mosselbank meestal niet ten goede (EVA-II rapport F1, Brinkman et al, 2002).

Er worden drie typen mosselbanken onderscheiden (Brinkman et al, 2002):

- **Zaadbanken**

Veelal eenvormige voorkomens van pas gevestigd (“gevallen”) mosselzaad op een kale ondergrond. De bank heeft nog niet altijd een gedifferentieerde structuur, de samenstelling (grootte, leeftijd) is nog geheel uniform. Andere organismen vormen nog geen groep van betekenis. Najaars- en winterstormen kunnen er voor zorgen dat de bestandtotalen en –arealen snel verminderen in de tijd.

- **Jonge mosselbanken**

De zaadbank heeft de eerste winter overleefd, en bestaat uit mosselen van 2-3 cm lengte. De bank heeft een duidelijke structuur.

- **Meerjarige mosselbanken**

De bank heeft minstens twee winters overleefd, bestaat onder andere uit oudere mosselen (> 2 jaar), en heeft vaak een zeer geprononceerde structuur.

#### **1.5 Mogelijke verbanden tussen kokkelvisserij en mosselzaadval**

De idee achter de uitgevoerde analyses is dat door het onttrekken van kokkels en de daarmee gepaard gaande bodemomwoeling de vestiging van mosselzaad in de voorzomer van het volgende jaar wordt beïnvloed. Hierbij kunnen meerdere factoren een rol spelen, die op zich geen van al direct onderzocht zijn, maar wel van belang zijn bij de interpretatie van de uitkomsten:

- kokkels (zowel dode als levende) kunnen een goed substraat vormen voor mosselzaad. Bij levende kokkels vindt mosselzaadval vooral plaats op aan de kokkels gehechte makro-algen (med. Dankers, Alterra). Door verwijdering van kokkels worden hechtingsmogelijkheden verkleind, maar mogelijk worden ook juist dieper liggende dode schelpen naar de oppervlakte gebracht.
- kokkelbanken kunnen, door filtratie van de waterkolom, prederen op mossellarven. Hierdoor belemmeren ze mosselzaadval; verwijdering van kokkelbanken kan een gunstige uitwerking hebben op mosselzaadval,
- bevissing met zuigkorren kan de bodemstructuur beïnvloeden doordat geconsolideerde bodem weer losser van structuur wordt, waardoor die meer vatbaar wordt voor stormen, en mogelijk minder geschikt als substraat voor mosselzaad,
- sommige kokkelbanken (De Vlas, 1982) bestaan niet alleen uit kokkels maar ook uit soms hoge dichtheden schelpkokerwormen (*Lanice*), die ook door mosselbroed als substraat kunnen worden gebruikt. Bij zuigkorbevissing wordt ook de *Lanice*-populatie evenredig verstoord.

Kortom, de beïnvloeding, indien aanwezig, kan zowel positief als negatief zijn.

## 1.6 Vraagstellingen

In het hier beschreven onderzoek is gekeken naar de mogelijke invloed van kokkelvisserij op mossel(zaad)banken. Zoals gezegd (sectie 1.1) is er een drietal wegen bewandeld om antwoord te vinden op de hoofdvraag: is er een mogelijke invloed van mechanische kokkelvisserij op mosselzaadval en de overleving van mosselbanken.

Samengevat luiden de vraagstellingen:

1. Is er een relatie aan te tonen tussen de intensiteit van kokkelvisserij en de kans op het ontstaan van een mosselzaadbank? Antwoord in deel A en B.
2. Heeft kokkelvisserij in het jaar voor mosselzaadval een effect op de mosselbiomassa in het jaar na mosselzaadval? Antwoord in deel A.
3. Is er een verschil in de winteroverleving van mosselbanken die zijn gevallen op een door kokkelvisserij beviste plaats en mosselbanken die zijn gevallen op een onbeviste plaats? Antwoord in deel A.
4. Is er een overlapping van de voorkeursgebieden van mosselbanken en die van kokkelbanken? Antwoord in deel B.
5. Vindt mosselzaadval bij voorkeur plaats op een kokkelbank? Antwoord in deel B.
6. Vindt mosselzaadval bij voorkeur plaats op een beviste kokkelbank? Antwoord in deel B.

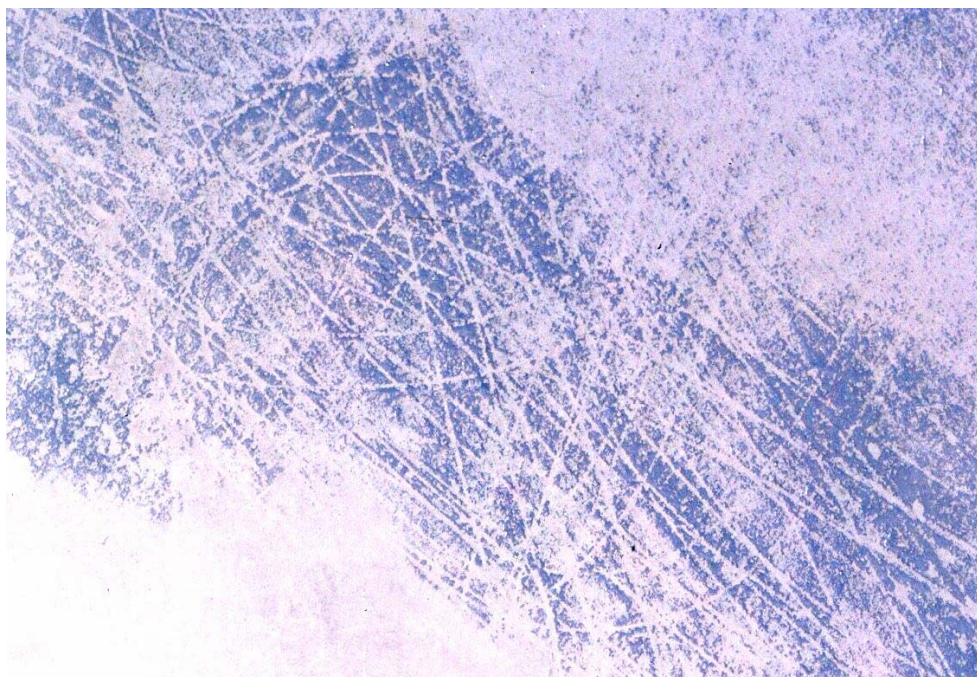
Zoals gezegd, wordt er in dit rapport geen verdere aandacht besteed aan kleinschalige effecten (voorbeeld: foto 1). Dit rapport richt zich op de mogelijke grootschalige, systeembrede consequenties van de kokkelvisserij.

## 1.7 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied betreft het gehele droogvallende deel van de Waddenzee.

**Deel A** beperkt zich tot die gebieden waar een kokkelbank ligt of lag, waarbij een kokkelbank gedefinieerd is als een locatie waar meer dan 50 kokkels  $m^{-2}$  zijn aangetroffen.

**Deel B** betreft de gehele Waddenzee. In sectie B zijn ook weer kokkelbanken aan de orde, maar hier betreft het die gebieden die door de inventarisaties van kokkelvisserij (zie H3 voor een beschrijving) als dusdanig zijn aangemerkt.



*Foto 1 Oktober 2001. In 2000 vond hier kokkelvisserij plaats. In 2001 vestigde zich hier mosselzaad. De kokkelsporen waren ook in oktober 2001 nog zichtbaar. Deze locale fenomenen komen in het voorliggende rapport niet aan de orde, in tegenstelling tot de vraag wat kokkelvisserij systeem-breed betekent voor de kans op mosselzaadval.*

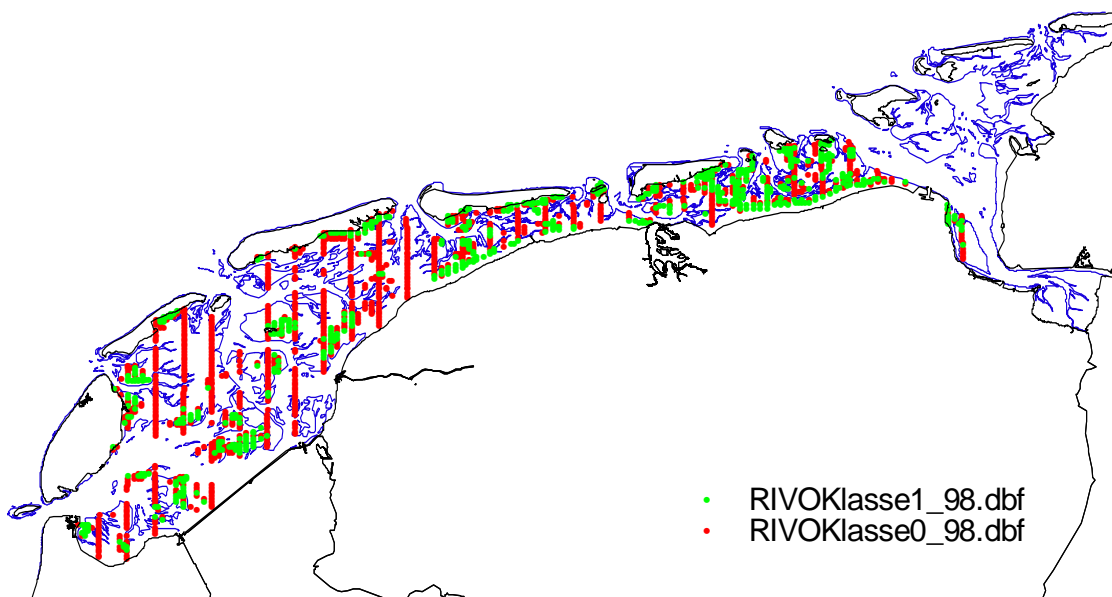




## 2 Materiaal

### 2.1 Kokkelinventarisaties door de kokkelsector

In 1998-2002 zijn door de kokkelsector in het voorjaar inventarisaties uitgevoerd naar het voorkomen van kokkelbanken. Deze worden tijdens laagwater gezocht, en bemonsterd met de hand. De grenzen van de banken wordt ingetekend op een kaart, en deze geven ruwweg de grens aan van het gebied waarbinnen kokkeldichtheden groter dan 50 m<sup>2</sup> worden aangetroffen. Deze kaarten zijn gedigitaliseerd door Alterra en door het RIZA. Deze data zijn niet identiek aan die welke het RIVO in haar deel A heeft gebruikt, omdat de bron, de bepalingsmethode én de lokalisering anders is. In de jaren voorafgaand aan 1998 zijn eveneens door de kokkelsector inventarisaties uitgevoerd, maar die waren voor dit onderzoek nog niet digitaal beschikbaar. Dat deel van de analyse (sectie 7.2) dat op het voorkomen van kokkelbanken gebaseerd is, heeft derhalve alleen betrekking op de periode 1998-2002.



*Kaart 1 Voorbeeld van gestratificeerde bemonstering door RIVO; op locaties met hoge kokkeldichtheden wordt gedetailleerder bemonsterd. RIVOKlasse1-98: inventarisatie 1998, locaties met > 50 kokkels m<sup>-2</sup>. Klasse0: locaties met < 50 kokkels m<sup>-2</sup>*

### 2.2 Kokkelsurveys

In het voorjaar van elk jaar (1990-2002) zijn door het RIVO bemonsteringen ('surveys') uitgevoerd in de Waddenzee om het bestand aan kokkels te inventariseren. De ligging van de monsterpunten is gekozen op basis van een raster dat samenvalt

met de coördinaten op zeekaarten. De monsterpunten liggen op noord-zuid raaien met een onderlinge afstand van 2 geografische lengteminuten (ca.2220 meter). De afstand tussen de monsterpunten op een raai bedraagt 0.25 geografische breedteminuten (ca.463 meter). Vanaf 1995 is gewerkt met een gestratificeerde opzet, waarbij gebruik gemaakt is van de resultaten van een inventarisatie door de kokkelsector direct voorafgaand aan de RIVO-inventarisatie: in gebieden met kokkelbanken wordt een groter aantal monsters genomen (voorbeeld: Kaart 1, 1998). Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar Kamermans & Kesteloo-Hendriks (2002), Kamermans et al. (2003b), Bult et al. (2003, in prep). Al de resultaten zijn in ArcView (ESRI, 2000) ondergebracht. De resultaten zijn in één kaart ondergebracht; deze diende als uitgangspunt voor verdere analyses.

### **2.3 Mosselbankinventarisaties en selectie van zaadbanken**

Door het RIVO wordt (zie bijv. Kater & Den Os, 2001) jaarlijks (in het voorjaar) een Waddenzee-dekkende inventarisatie van mosselbanken uitgevoerd. De laatste jaren gebeurt dit zelfs twee maal per jaar, in voorjaar én najaar. In het najaar wordt vooral de mosselzaadval geïnventariseerd.

In de jaren 1994, 1996, 1999 en 2001 heeft mosselzaadval plaats gevonden, waarbij die uit 1994 en 2001 veruit de grootste waren. De mosselzaadval uit 1994 (orde: 1500-2500 ha) is deels eerst in het voorjaar van 1995 in kaart gebracht, en deels zelfs ná de hevige storm begin maart 1995 (zie ook Brinkman & Smaal, 2003, deelrapport F7). Een deel van die 1994-mosselbanken is derhalve niet in de bestanden opgenomen. Daarbij heeft de locatiebepaling zeker niet die nauwkeurigheid die in latere jaren bereikt is. In het voorjaar van 1996 is bij de ijsgang een deel van het bestand geërodeerd.

De zaadval van 1996 (orde 600 ha) en die van 1999 (van vergelijkbare grootte) zijn beter gelokaliseerd. Wel heeft zich hierbij het probleem voorgedaan dat een deel van het mosselzaad bestaande mosselbanken als substraat heeft gekozen, en doet zich steeds weer de vraag voor of een verzameling mosselzaad als mosselzaadbank moet worden aangemerkt dan wel als een mosselbank met mosselzaad.

Door Den Os zijn ten behoeve van de mosselhabitatkaart (Brinkman en Bult, 2002) de mosselbankgegevens zo goed mogelijk opgewerkt, en omgewerkt tot bestanden waarin aangegeven staat in welk jaar een bepaalde mosselbank (waarvan de ligging en omvang bekend is) gevormd is, en wat er in de jaren erna bewaard bleef. Uit het mosselbankenbestand van 1994, 1996, 1999 en 2001 zijn hierbij de mosselzaadbanken geselecteerd op basis van hun attribuuagegegevens en apart opgeslagen. Daarna is per mosselbank gecontroleerd of het hier inderdaad een mosselzaadbank betrof. Deze controle is uitgevoerd met behulp van de mosselbankopnamen uit het voorjaar van hetzelfde jaar. Indien de mosselbank in het voorjaar al aanwezig was dan is het geen mosselzaadbank. Voor het jaar 1994 kon deze controle niet plaatsvinden wegens het ontbreken van banken. Op enkele banken na zijn ál de banken die in het

voorjaar van 1995 aanwezig waren, in 1994 als zaadbank ontstaan. De op deze wijze geselecteerde mosselzaadbanken zijn gebruikt bij de analyses.

## **2.4 Mosselsurveys**

In het voorjaar van 1995 en 1997 is tijdens de kokkelsurvey in mei ook de aantals-en biomassadichtheid van mosselen geïnventariseerd (Kesteloo-Hendrikse & van Stralen, 1995; Van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1997). Het aantal mosselen is tijdens deze survey gebaseerd op getelde aantallen, de biomassa is geschat uit het daggemiddelde. Vanaf 1999 is de opzet van de survey dusdanig aangepast dat de mosselbestanden volledig geïnventariseerd worden. De bestandsopnamen van 2000 (Kater & den Os, 2001) en 2002 (Kater, 2002) zijn bij de hierna beschreven analyses gebruikt. Voor de inventarisatie van banken zie sectie 1.3.

## **2.5 Meting intensiteit van kokkelvisserij in de Waddenzee**

Het mechanisch vissen op kokkels wordt sinds 1992 in de Waddenzee, Voordelta en de Oosterschelde en sinds 1997 in de Westerschelde geregistreerd met black-boxes. Tijdens het vissen wordt de positie van het schip met een GPS geregistreerd. Wanneer de pompen van het schip aan staan vindt iedere minuut registratie plaats. Deze registraties worden in opdracht van de PO Kokkels verwerkt door DCI Electronics vof. Met behulp van de black box registraties is het mogelijk om per visseizoen te bepalen waar en hoe intensief er is gevist en welk bodemoppervlak is bevestigd. De black box gegevens zijn door de Producentenorganisatie Kokkelvisserij beschikbaar gesteld voor het EVA II project en door DCI aangeleverd (Kamermans et al., 2003a). Er is voor vakken van 0.1 (lengteminuut) \* 0.1 (breedteminuut) (ongeveer 2.1 ha) berekend welk oppervlaktepercentage van zo'n vak minstens eenmaal is bevestigd in de betreffende periode (die normaliter 1 jaar bedraagt). In bijlage 1 is de berekeningswijze uitgebreid toegelicht.

Overigens betekent minstens éénmaal bevestigd dat er delen zijn die meermalen in dat jaar bevestigd zijn geweest (zie ook bijlage 1). Voor dit project worden de bevissingspercentages van de jaren 1993 tot en met 2001 gebruikt als maat voor de kokkelvisserij-intensiteit.

Omdat mosselzaadval eerder in het jaar plaatsvindt dan kokkelvisserij, moet voor mogelijke effecten van kokkelvisserij op mosselzaadval naar visserij-intensiteit in het jaar voor mosselzaadval worden gekeken.



## **DEEL A**

**Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken**

**Analyses op locaties met kokkelbanken.**

**B.J. Kater  
J.M.D.D. Baars**



## 3 Methoden

### 3.1 Kokkelgrid

Over de gehele Waddenzee is een grid gecreëerd met het script Coordinate Grid Maker Extension (Banerjee, 2000). Dit grid wordt totaalgrid genoemd. De gridcellen hebben een grootte van 250m\*250m (zie bijlage 2).

Per gridcel is gekeken of er een kokkelpunt (monsterpunt voor kokkels) met een dichtheid van meer dan 50 exemplaren per vierkante meter viel of niet. Wanneer dit het geval was maakt de cel deel uit van het kokkelgrid. Op deze wijze wegen al deze gebieden even zwaar in de analyse.

Bij een dichtheid van 50 m<sup>2</sup> wordt over het algemeen kokkelvisserij nog als lonend beschouwd (Bult & Kesteloo, 2001), zie ook sectie 1.2. In de praktijk bepaalt de –verwachte- financiële opbrengst uiteindelijk de keuze van de vissers, maar dat criterium is in dit verband lastig te hanteren.

Het kokkelgrid vertoont overlap met mosselzaadbanken maar ook met mosselbanken die halfwas en consumptiemosselen bevatten. Op deze oudere mosselbanken mag niet gevist worden. Daarom zijn de gridcellen die overlap vertonen met oudere mosselbanken, uit het kokkelgrid verwijderd. Dit levert voor ieder jaar een eigen kokkelgrid op.

Per jaar is in het kokkelgrid onderscheid gemaakt tussen cellen die liggen in gesloten gebied, en cellen die niet in het gesloten gebied liggen. Voor 1994, 1996 en 1999 zijn hiervoor de in 1993 of eerder gesloten gebieden gebruikt, voor 2001 de in 1993 en 1999 gesloten gebieden.

### 3.2 Analyse relatie mosselzaadval en kokkelvisserij (deelvraag 1)

De eerste vraag is of er een significante relatie is aan te tonen tussen de intensiteit van kokkelvisserij en mosselzaadval. Om deze analyse te kunnen doen is per jaar per kokkelgridcel in ArcView gekeken of er in deze cel een (deel van een) mosselzaadbank lag; of er in deze cel gevist was in het jaar voorafgaande aan mosselzaadval; en zo ja, met welke intensiteit. Wanneer er meerdere kokkelvisserij intensiteiten in een gridcel zijn gevonden, zijn deze intensiteiten gemiddeld. Dit resulteert in een kolom met “ja” of “nee”: er is een mosselzaadbank aanwezig of niet, en een kolom voor de kokkelvisserij-intensiteit waarvan de waarde varieert van 0% tot 100%. Om de vraag te beantwoorden of er een relatie kan worden aangetoond tussen de intensiteit van kokkelvisserij en mosselzaadval is een logistische regressie uitgevoerd. Voor de analyse is gebruik gemaakt van het softwarepakket SYSTAT 9.0 (SYSTAT, 1998). Wanneer de p-waarde van de regressie kleiner is dan 0.05 bestaat er een significante relatie tussen de intensiteit van kokkelvisserij en de kans op een mosselzaadbank. In dat geval laat de richting van de coëfficiënt zien of de kans op

een mosselzaadbank toe- of afneemt na kokkelvisserij in het jaar voorafgaand aan de mosselzaadval. De analyse wordt per jaar en voor alle jaren bij elkaar uitgevoerd.

### 3.3 Relatie kokkelvisserij en mosselbiomassa (deelvraag 2)

Voor mosselzaadbanken uit het jaar 1999 en 2001 die binnen een kokkelgridcel vielen is per mosselzaadbank nagegaan of in de surveys van het volgende voorjaar (2000 en 2002) binnen de contouren van de mosselzaadbank de mosselbiomassa bemonsterd is. Voor ieder monsterpunt van de surveys van 2000 en 2002 is gekeken wat de kokkelvisserij-intensiteit is geweest in het jaar voor de mosselzaadval. De kokkelvisserij-intensiteit is in GIS gekoppeld aan de mosselbiomassa op deze monsterpunten.

De mosselbiomassa die op het monsterpunt gevonden is, is een resultante van allerlei processen. Abiotische variabelen kunnen invloed hebben op de mosselbiomassa. Daarom zijn per punt de diepte, droogvalduur, mediane korrelgrootte (M16) en (maximale) stroomsnelheid uit de aanwezige gegevens gedestilleerd. De eerste drie betreffen meetdata van Rijkswaterstaat, de stroomsnelheid is met behulp van modelberekeningen geschat (zie voor details Brinkman & Bult, 2002, of Kater et al, 2003). Tevens is opgenomen of het punt in voor kokkelvisserij opengesteld of gesloten gebied is gelegen. Ook de index volgens de habitatkaart voor mosselen (Brinkman & Bult, 2002) die de geschiktheid van de locatie voor stabiele mosselbanken beschrijft is opgenomen.

De variabelen zijn vervolgens gebruikt om de (logaritmisch getransformeerde) biomassa van mosselen te verklaren, zonder kokkelvisserij in deze verklaring te betrekken. Hiervoor is backward stepwise generalized linear modelling (distribution normal, link identity) gebruikt. De volgende variabelen zijn in het model opgenomen:

- Mediane korrelgrootte (M16, mediaan van alle deeltjes die groter zijn dan 16  $\mu\text{m}$ ) (eerste en tweede graadsterm)
- Stroomsnelheid (Stroomsnelheid en Stroomsnelheid<sup>2</sup> staan beide in het getoetste model)
- Diepte (Diepte en Diepte<sup>2</sup> staan beide in het getoetste model)
- Droogvalduur (Droogvalduur en Droogvalduur<sup>2</sup> staan beide in het getoetste model)
- Interactie tussen M16 en stroomsnelheid; M16 en diepte; M16 en droogvalduur
- Interactie tussen stroomsnelheid en diepte; stroomsnelheid en droogvalduur
- Interactie tussen diepte en droogvalduur
- Interactie tussen diepte, droogvalduur, M16 en stroomsnelheid
- Het jaar van de biomassa bemonstering
- De ligging in open of gesloten gebied
- De index van de habitatkaart

De analyse levert een model op met significante termen en een verklaarde variantie. Vervolgens wordt kokkelvisserij als verklarende variabele aan dit model toegevoegd, om zo te zien of hierdoor de verklaarde variantie toeneemt, en welk deel van de



variantie in de mosselbiomassa verklaard kan worden door de variabele kokkelvisserij.

### **3.4 Winteroverleving mosselzaadbanken (deelvraag 3)**

Van de aanwezige mosselbankgegevens van voorjaar 1995 t/m voorjaar 2002 zijn alle mosselbanken geselecteerd (consumptie, halfwas en mosselzaad). Deze selectie is vervolgens gecombineerd met mosselzaadbanken van 1994, 1996, 1999 en 2001. De winteroverleving van deze mosselzaadbanken wordt weergegeven als het aantal winters dat een mosselzaadbank overlapt met een mosselbank uit een inventarisatie van een later jaar. Per mosselbank is gekeken of deze in de opvolgende voor- en najaren opnieuw beschreven is. Mosselbanken die na de winter niet teruggevonden werden kregen de code 0, voor iedere winter waarna de bank werd teruggevonden werd 1 aan de code toegevoegd. Mosselbanken die drie of meer winters hebben overleefd krijgen allen een code 3, omdat de aantallen mosselbanken anders te klein worden om nog analyses mee uit te kunnen voeren. Inherent aan deze indeling is dat zaadbanken uit 2001 nooit een hogere code dan 1 kunnen krijgen.

Vervolgens is met een  $\chi^2$  toets voor onafhankelijkheid getoetst of de winteroverleving afhankelijk is van:

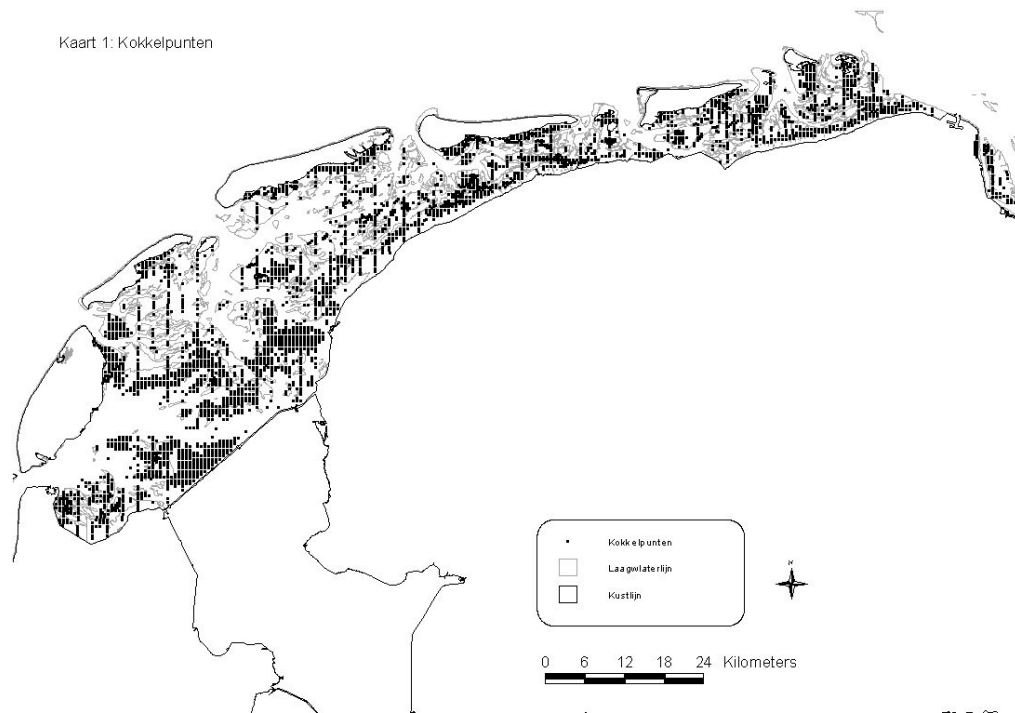
- het al dan niet vissen in het jaar voor de mosselzaadval, waarbij de gesloten gebieden als onbevist gebied in de analyse worden meegenomen;
- het al dan niet vissen in het jaar van mosselzaadval, waar alleen mosselzaadbanken in open gebied worden meegenomen;
- het liggen van een bank in open of gesloten gebied.



## 4 Resultaten

### 4.1 Kokkelpunten

Uit de kokkelsurveys van 1990 tot en met 2001 zijn die punten geselecteerd waar kokkels zijn gevonden. Deze kaart dient als basis voor het verder selecteren van het gebied waarop de analyse plaats vindt. De ligging van de geselecteerde kokkelpunten wordt weergegeven in Kaart 2.



Kaart 2 Ligging van de kokkelpunten (1990-2001).

### 4.2 Mosselzaadbanken

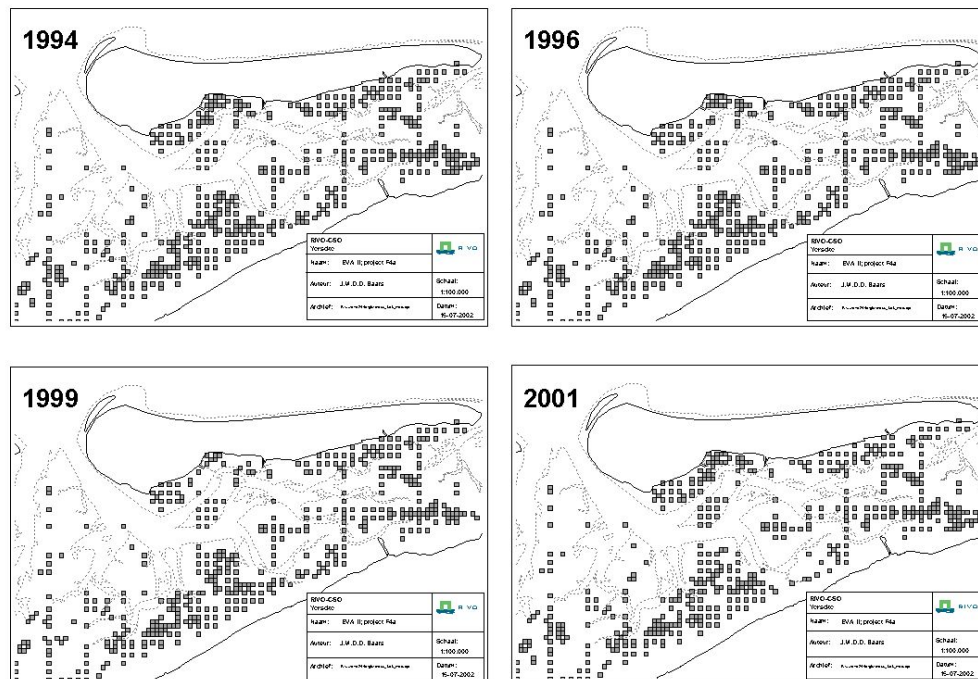
Ieder jaar is het totaal aantal mosselbanken geregistreerd. Vervolgens zijn de mosselzaadbanken op basis van de gegevens in de attribuutfiles geselecteerd. Aan de hand van gegevens van het voorgaande jaar is gecontroleerd of het werkelijk een mosselzaadbank betreft of dat het mosselzaad op een al bestaande mosselbank betreft. Als mosselzaadbank bestempelde mosselbanken die geen echte mosselzaadbank bleken te zijn, werden alsnog uit het mosselzaadbestand verwijderd en aan het totaal aantal mosselbankenbestand toegevoegd. Tabel 1 laat de aantallen mosselbanken en mosselzaadbanken na iedere selectie zien. Uit de tabel is duidelijk dat de jaren 1994, 1996, 1999 en 2001 jaren met een goede mosselzaadval waren.

Tabel 1 Aantallen mosselzadbanken.

najaar	aantal mosselbanken	aantal mosselzadbanken
1994	127	124
1995	44	0
1996	101	95
1997	72	6
1998	101	1
1999	228	118
2000	120	6
2001	210	197

### 4.3 Kokkelgrid

Per jaar is een kokkelgrid met gridcellen van 250m\*250m gecreëerd. Het kokkelgrid is gebaseerd op de aanwezigheid van kokkels in een dichtheid van meer dan 50 exemplaren per vierkante meter, en de afwezigheid van oudere mosselbanken. Als voorbeeld is het kokkelgrid in de vier jaren onder het eiland Ameland weergegeven (Kaart 3).



Kaart 3 Voorbeeld van het kokkelgrid in de vier verschillende analysejaren.

Tabel 2 laat per jaar de aantallen gridcellen in het kokkelgrid zien, en welke daarvan in opengesteld en gesloten gebied liggen.

Tabel 2. Aantallen gridcellen in het kokkelgrid.

najaar	totaal	in gesloten gebied <sup>1</sup>	in open gebied
1994	2866	318	2548
1996	2858	318	2540
1999	2696	285	2411
2001	2818	546	2272

<sup>1</sup> gebied gesloten in 1993; voor 2001 met aanvullende sluiting 1999, dit is voor 1999 niet gedaan omdat de analyse zich richt op invloed van kokkelvisserij in het jaar 1998, toen de sluiting nog niet van kracht was

#### 4.4 Relatie mosselzaadval en kokkelvisserij (deelvraag 1)

##### 4.4.1 Kokkelvisserij-intensiteit

Per gridcel uit het kokkelgrid van een bepaald jaar is gekeken wat de kokkelvisserij-intensiteit in iedere gridcel was. Wanneer een gridcel met meerdere kokkelvisserij-intensiteitenvakken (0.1' \* 0.1' lengte-\* breedteminuut, zie §1.5) overlapte, is de overlap met elk visserij-intensiteitsvak bepaald, en is het rekenkundige gemiddelde van de visserij-intensiteit berekend voor elke gridcel. Per jaar is bekeken hoeveel van de gridcellen in open gesteld gebied bevist en onbevist waren en daar is het percentage beviste gridcellen uit berekend. Daarnaast is berekend met welke intensiteit de gridcellen gemiddeld bevist zijn (Tabel 3). Uit het overzicht blijkt dat in 1996 en 2001 het hoogste percentage gridcellen bevist is, maar met de laagste gemiddelde intensiteit, terwijl in 1994 de gemiddelde kokkelvisserij-intensiteit hoog was vergeleken met de andere jaren, maar het percentage beviste cellen juist weer veel lager.

Tabel 3 Overzicht van beviste en onbeviste gridcellen. Dit betreft dus uitsluitend die delen van het mad die horen bij het kokkelgrid, dus een kokkeldichtheid > 50 kokkels m<sup>2</sup> bevatten. Een gridcel is 6,25 ha groot.

Jaar van mosselzaadval	totaal	in open gebied	Jaar van bevissing	% bevist	Ha bevist	gemiddelde intensiteit
1994	2866	2548	1993	13,9	2490	30,3
1996	2858	2540	1995	29,8	5340	19,8
1999	2696	2411	1998	24,8	4488	23,9
2001	2818	2272	2000	28,2	4976	14,9

##### 4.4.2 Relatie tussen kokkelvisserij intensiteit en de ligging van mosselzaadbanken

Behalve de intensiteit van kokkelvisserij is ook de aan- of afwezigheid van een mosselzaadbank in het jaar na de kokkelvisserij per gridcel gescoord. Met deze beide gegevens is een logistische regressie uitgevoerd waarbij getracht werd een significante relatie te vinden tussen de kokkelvisserij-intensiteit en de kans op een mosselzaadbank in het volgende jaar.

De logistische regressie liet een significante relatie zien voor de jaren 1996 en 1999. In de twee andere jaren was de relatie niet significant. In 1996 was een hogere

kokkelvisserij-intensiteit gerelateerd aan een lagere kans op een mosselzaadbank, terwijl dit in 1999 omgekeerd was. De analyse met alle jaren bij elkaar liet echter geen significante relatie tussen de intensiteit van kokkelvisserij en de kans op mosselzaadval in het jaar daarna zien. Tabel 4 geeft een overzicht van de resultaten.

*Tabel 4 Resultaten van de logistische regressie analyse waarin de statistische relatie tussen intensiteit van kokkelvisserij en het ontstaan van mosselzaadbanken in het volgend jaar wordt geanalyseerd.*

jaar	p-waarde	significant	richting
1994	0.081	nee	
1996	0.042	ja	-
1999	<0.001	ja	+
2001	0.677	nee	
alle jaren	0.740	nee	

#### 4.5 Mosselbiomassa in het voorjaar na mosselzaadval (deelvraag 2)

De mosselbiomassa-monsterpunten uit de voorjaar-surveys van 2000 en 2002, welke in een geselecteerde mosselzaadbank uit 1999 en 2001 vielen, zijn gekoppeld aan kokkelvisserij in het jaar voor mosselzaadval (1998 en 2000) (zie sectie 3.3). Per jaar zijn het aantal monsterpunten, het percentage monsterpunten in gesloten gebied, het percentage monsterpunten in bevestigd opengesteld gebied en de kokkelvisserij-intensiteit berekend (Tabel 5). De tabel laat zien dat  $\pm 40\%$  van de monsterpunten in het jaar voor mosselzaadval is bevestigd, maar dat de gemiddelde intensiteit niet hoog is.

*Tabel 5 Overzicht van de geselecteerde monsterpunten voor de mosselbiomassa.*

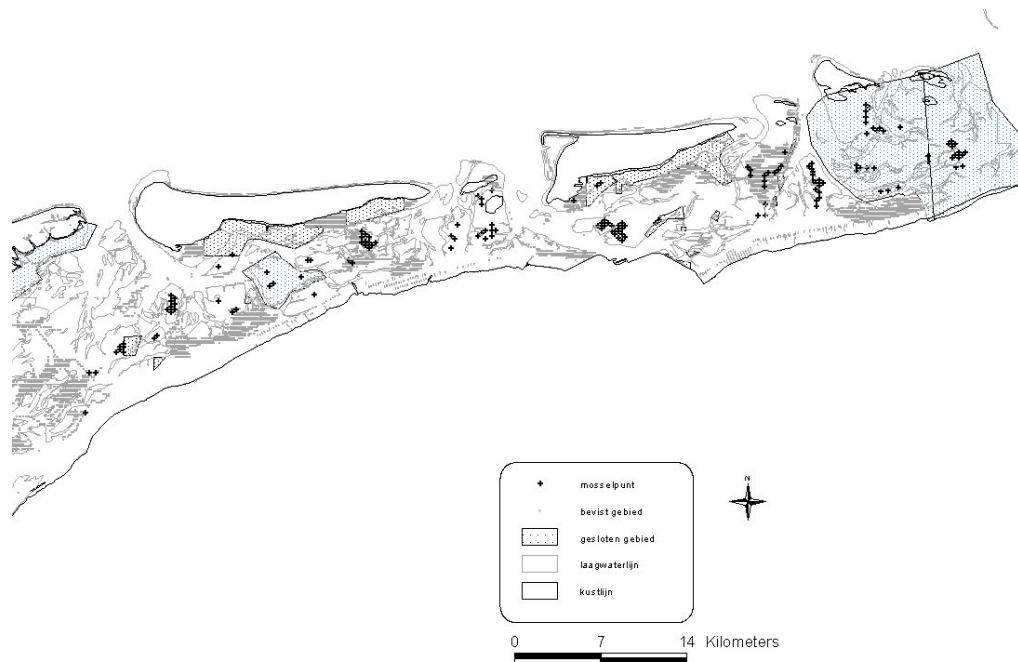
zaadvaljaar	1999	2001
survey jaar	2000	2002
kokkelvisserij jaar	1998	2000
totaal aantal monsterpunten	73	146
% in gesloten gebied	13.7%	30.1%
% bevestigd in open gebied	42.9%	39.2%
gemiddelde kokkelvisserij intensiteit	30%	10%

De ligging van de mosselbiomassa-monsterpunten bemonsterd in 2000 is weergegeven in Kaart 4. Aan de monsterpunten van het voorjaar 2000 konden 73 kokkelvisserij-intensiteiten uit 1998 worden gekoppeld.



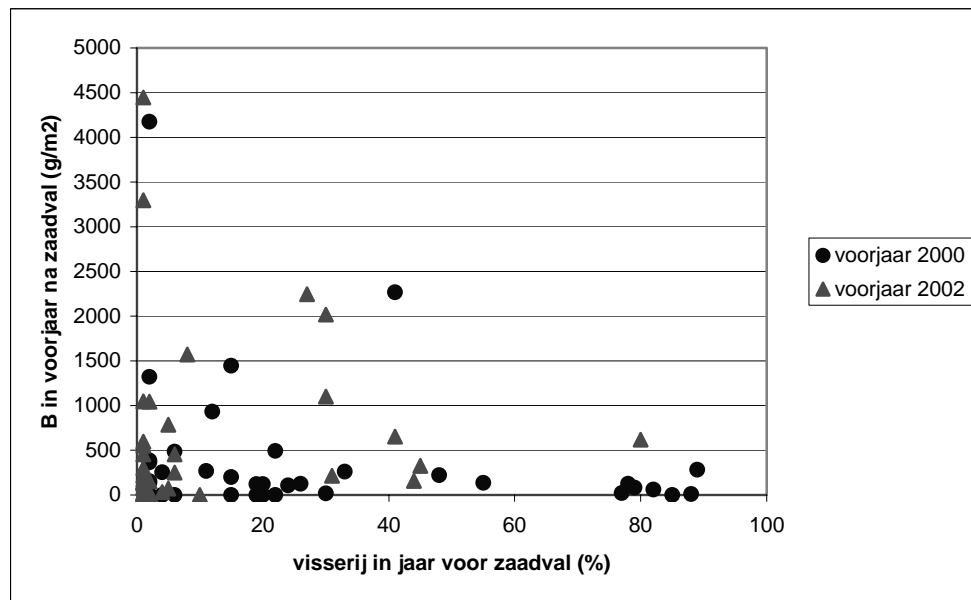
*Kaart 4 De geselecteerde mosselbiomassa-monsterpunten in 2000.*

De ligging van de mosselbiomassa-monsterpunten in 2002 is weergegeven in Kaart 5. Aan de monsterpunten van 2002 konden 146 kokkelvisserij-intensiteiten van 2000 worden gekoppeld.



Kaart 5 De geselecteerde mosselbiomassa-monsterpunten in 2002.

Vervolgens is de kokkelvisserij-intensiteit in het jaar vóór mosselzaadval uitgezet tegen de mosselbiomassa in het jaar na mosselzaadval. Figuur 1 laat de relatie zien.



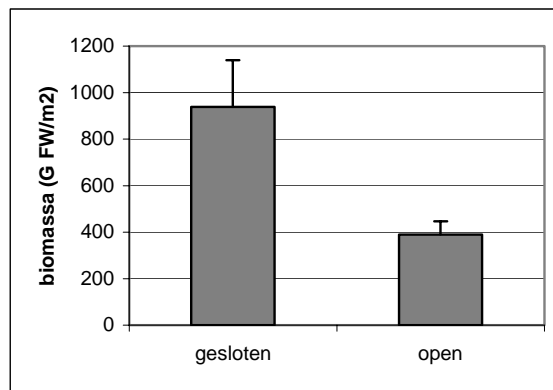
Figuur 1 Relatie tussen de kokkelvisserij intensiteit in het jaar voor mosselzaadval, en de mosselbiomassa in het voorjaar na de mosselzaadval.



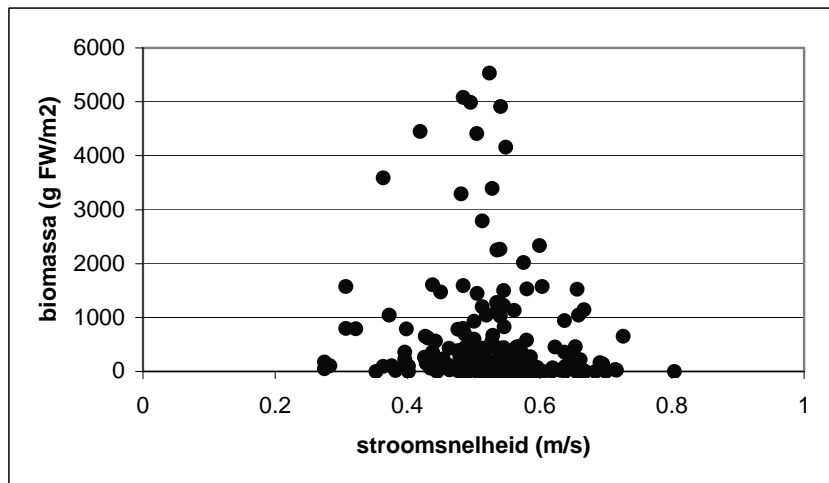
Vervolgens is een model gemaakt om de mosselbiomassa (BM) te verklaren uit abiotische variabelen. Er bleken drie significante termen te zijn: het gegeven of het monsterpunt in opengesteld (1) of gesloten (0) gebied lag ( $p=0.009$ ), de kwadratische term van de mediane korrelgrootte  $M_{16}$  ( $p=0.007$ ) en de interactie tussen maximale stroomsnelheid ( $V_{wat}$ ) en  $M_{16}$  ( $p=0.002$ ), en de intensiteit van kokkelvisserij in het jaar van mosselzaadval). Het model luidde:

$$BM = \exp(a + b \cdot M_{16}^2 + c \cdot V_{wat} * M_{16} + d \cdot Open + e \cdot Kokkelvisserij)$$

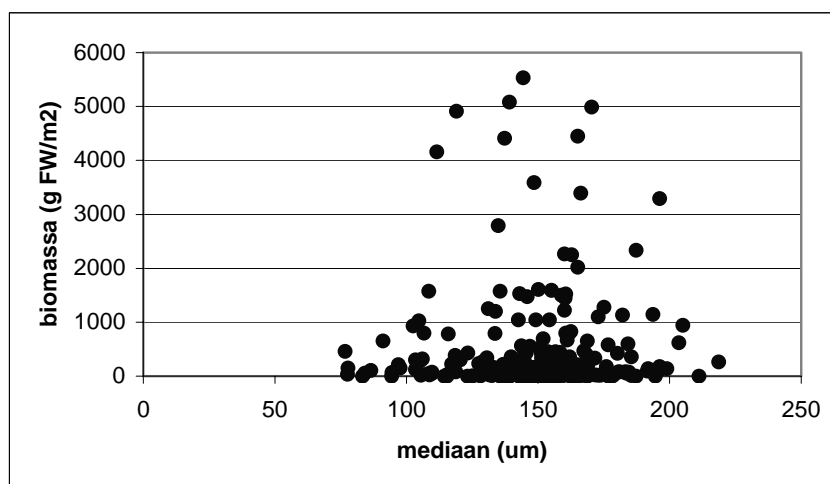
Figuur 2 laat de gemiddelde mosselbiomassa's in opengesteld en gesloten gebied zien, terwijl figuur 3 en figuur 4 de relatie tussen de mosselbiomassa en beide abiotische variabelen laten zien. De verklaarde variantie van het model bedroeg 9.14%. Opvallend is dat de index van de mosselhabitatkaart niet bijdraagt aan de verklaring van de mosselbiomassa.



Figuur 2 Gemiddelde biomassa-dichtheid (gram vers  $m^2$ ) en standaardfout van mosselen op de geselecteerde monsterpunten.



Figuur 3 Relatie tussen stroomsnelheid en mosselbiomassa-dichtheid (gram vers  $m^2$ ) van de geselecteerde mosselpunten.



Figuur 4 Relatie tussen mediane korrelgrootte en mosselbiomassa van de geselecteerde mosselpunten.

Aan het model met de drie variabelen is kokkelvisserij als verklarende variabele toegevoegd. In dit model bleken de drie eerder geselecteerde variabelen nog steeds een significante bijdrage te leveren, maar kokkelvisserij-intensiteit niet (tabel 6). De door het model verklaarde variantie nam dan ook nauwelijks toe tot van 9.14% tot 9.66%.

Tabel 6 P-waarden van het model inclusief de kokkelvisserij intensiteit om de mosselbiomassa te verklaren.

Term	p-waarde
M16 * M16	0.007
Stroomsnelheid*M16	0.002
Open/gesloten gebied	0.009
Kokkelvisserij-intensiteit	0.298

#### 4.6 Winteroverleving van mosselzaadbanken (deelvraag 3)

In 1994 is de winteroverleving van totaal 100 mosselzaadbanken (2610 ha) gevolgd. Van de 100 mosselzaadbanken lagen er 85 in voor kokkelvisserij opengesteld gebied (2340 ha), en 15 in voor kokkelvisserij gesloten gebied (270 ha). Van de 85 mosselzaadbanken in opengesteld gebied waren er 14 ontstaan op een plaats die in het jaar ervoor door kokkelvisserij was bevestigd. De gemiddelde kokkelvisserij-intensiteit was 24.5%. 52 van de 100 mosselzaadbanken (740 ha = 28% van het oppervlak) overleefde de eerste winter niet. Vier oorspronkelijke mosselzaadbanken waren na drie winters nog steeds aanwezig. Twee van deze oorspronkelijke mosselzaadbanken bevonden zich op het Balgzand, en twee vlak onder Ameland<sup>1</sup>. Kaart 6 laat de ligging en overleving zien van de mosselzaadbanken onder Ameland.

<sup>1</sup> Dankers et al (2003, EVA-II deelproject F6) noemen een derde bank onder Ameland die vanaf 1994 is blijven bestaan tot aan heden. Ook onder Schiermonnikoog is een dergelijke bank, maar die is in de ijswinter van 1996 slecht geworden (en in de RIVO-opnames niet meer als dusdanig erkend); deze is na de 1996-zaadval weer een 'normale' bank geworden.

De logistische regressie gaf geen significante relatie tussen kokkelvisserij intensiteit in 1993 en de overleving van de mosselzaadbanken in de winter van 1994-1995 voor 1) alle 100 mosselzaadbanken ( $p=0.055$ ), of 2) de 85 mosselzaadbanken in het opengestelde gebied ( $p=0.061$ ). De  $X^2$  toets liet zien dat de overleving in opengesteld gebied niet significant verschilde van de overleving in gesloten gebied ( $p=0.501$ ).

Kaart 5. Winteroverleving van mosselzaadbanken gevallen in 1994.



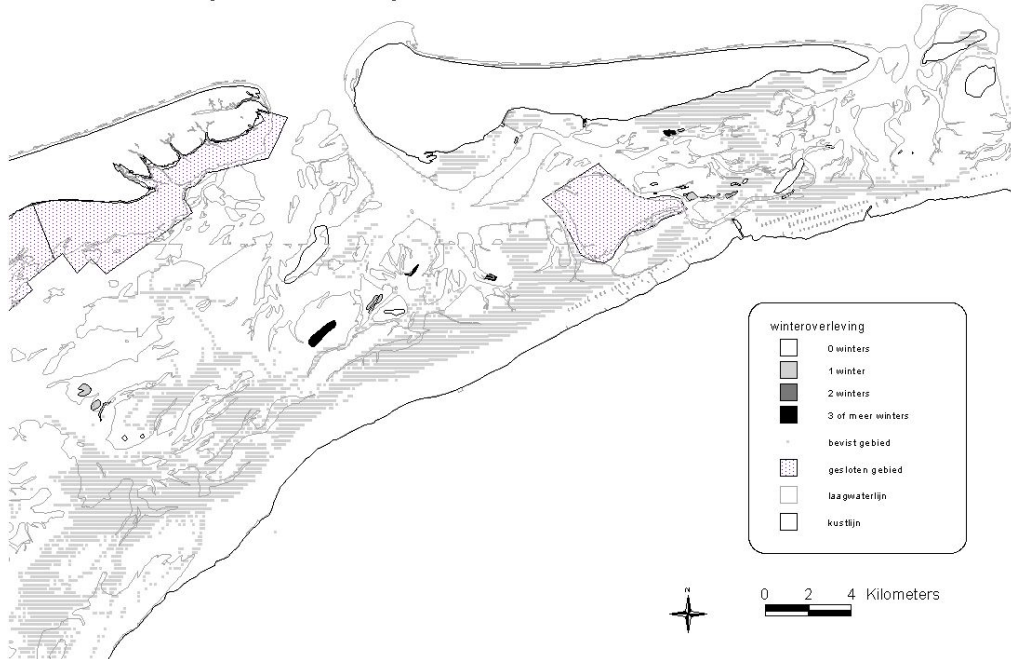
Kaart 6 Overleving van mosselzaadbanken uit 1994 onder Ameland

Vanaf 1996 is de winteroverleving van 63 mosselzaadbanken gevolgd (690 ha). Van de 63 mosselzaadbanken liggen er 50 in voor kokkelvisserij opengesteld gebied (590 ha), en 13 in voor kokkelvisserij gesloten gebied (100 ha). Zeven mosselbanken waren ontstaan op locaties die in 1995 waren bevestigd. De gemiddelde kokkelvisserij-intensiteit op deze locaties bedroeg 24.6%. Van de 63 mosselzaadbanken overleefden 45 de eerste winter niet (470 ha; 68%). Na drie winters waren zes mosselbanken nog aanwezig. Eén bank bevindt zich onder Ameland, drie op het Friesche Wad, en twee voor Lauwersoog. Kaart 7 laat als voorbeeld de situatie onder Ameland zien.

Een logistische regressie gaf geen significante relatie tussen kokkelvisserij-intensiteit in 1995 en de overleving van de mosselzaadbanken (ontstaan in 1996) in de winter van 1996-1997 voor 1) alle 63 mosselzaadbanken ( $p=0.469$ ), of 2) de 50 mosselzaadbanken in het opengestelde gebied ( $p=0.401$ ). Een  $X^2$  toets om de overleving tussen opengesteld en gesloten gebied te vergelijken laat zien dat er een afhankelijkheid bestaat tussen de overleving van mosselbanken en het al dan niet gesloten zijn van het gebied. Wanneer naar alleen overleving van de mosselzaadbank na de eerste winter wordt gekeken, overleven er in het gesloten gebied meer mosselbanken dan verwacht ( $p=0.010$ ). Ook wanneer de winteroverleving opgesplitst

wordt naar 1, 2 of 3 en meer winters is de overleving van de mosselbanken in alle drie genoemde klassen beter in het gesloten gebied ( $p=0.038$ ).

Kaart 6: Winteroverleving van mosselzaadbanken gevallen in 1996.

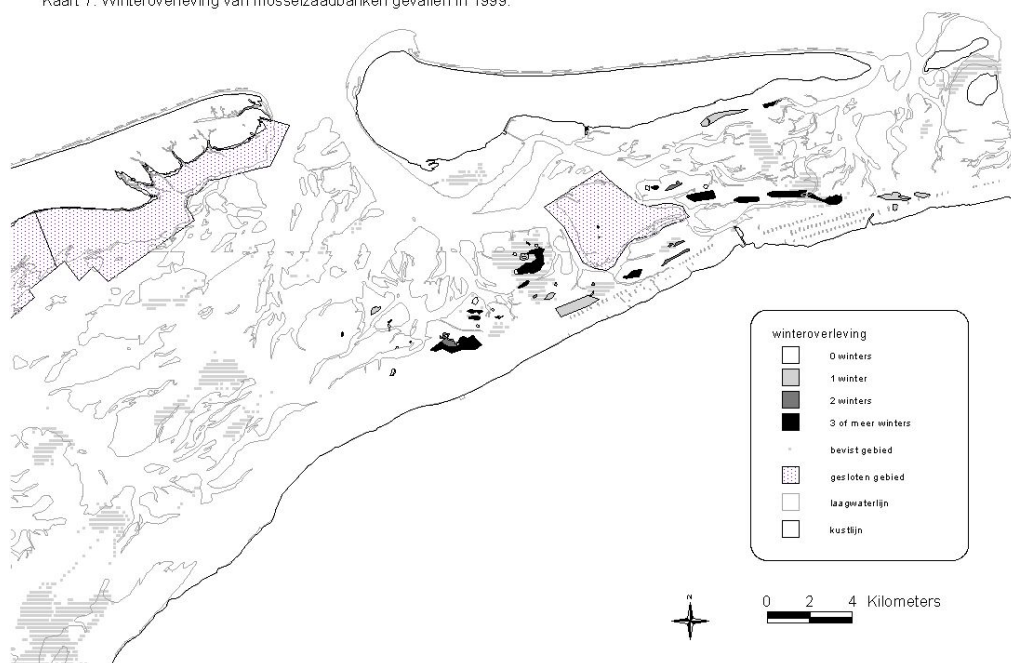


Kaart 7 Overleving van mosselzaadbanken uit 1996 onder Ameland.

Vanaf 1999 is de winteroverleving van totaal 65 zaadbanken (ontstaan in 1999) gevolgd (730 ha). Van de 65 mosselbanken liggen er 63 in voor kokkelvisserij opengesteld gebied, en 2 in voor kokkelvisserij gesloten gebied ( $< 1$  ha). 15 mosselzaadbanken in het opengesteld gebied waren tot stand gekomen op plaatsen waar in het jaar ervoor door kokkelvisserij gevestigd is, met een gemiddelde intensiteit van 30.8%. 18 van die 65 mosselzaadbanken overleefden de eerste winter niet (60 ha; 8%). 20 van de 47 overblijvende mosselbanken waren na drie winters nog steeds aanwezig. Dat is 30% van het oorspronkelijke aantal, en bijna de helft van de banken die de eerste winter overleefden. Deze mosselbanken liggen alle tussen het Friesche Wad en Ameland. Kaart 8 laat als voorbeeld de situatie onder Ameland zien.

Een logistische regressie gaf geen significante relatie tussen kokkelvisserij intensiteit in 1998 en de overleving van de mosselzaadbanken (ontstaan in 1999) in de winter van 1999-2000 voor alle 1) 65 mosselzaadbanken ( $p=0.682$ ), of 2) de 63 mosselzaadbanken in het opengestelde gebied ( $p=0.638$ ). Een  $X^2$  toets om de overleving tussen opengesteld en gesloten gebied te vergelijken is hier niet zinvol omdat er maar twee mosselbanken in gesloten gebied liggen.

Kaart 7. Winteroverleving van mosselzaadbanken gevallen in 1999.



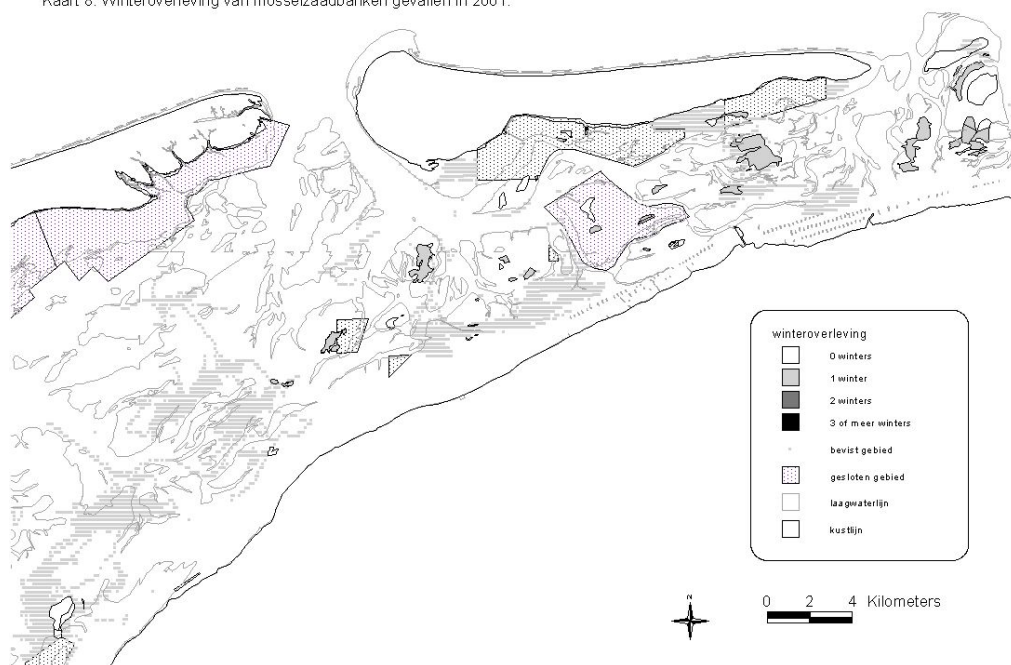
Kaart 8 Overleving van mosselzaadbanken uit 1999 onder Ameland.

Voor mosselzaad gevallen in 2001 kan niet verder dan één winter gekeken worden (verdere gegevens voor de winter 2002/2003 ontbreken). In totaal zijn 128 mosselzaadbanken uit 2001 gevolgd (2580 ha). Van deze mosselzaadbanken overleefden 41 de eerste winter niet (340 ha =13% van het oppervlak).

Van deze 128 mosselbanken liggen er 85 in voor kokkelvisserij opengesteld gebied (1990 ha), en 43 in voor kokkelvisserij gesloten gebied (590 ha). Op 43 van de 85 locaties in opengesteld gebied was in het voorgaande jaar gevist, met een gemiddelde intensiteit van 13.8%. Kaart 9 laat als voorbeeld de situatie onder Ameland zien.

Een logistische regressie gaf geen significante relatie tussen kokkelvisserij intensiteit in 2000 en de overleving van de mosselzaadbanken (gevallen in 2001) in de winter van 2001-2002 voor 1) alle 128 mosselzaadbanken ( $p=0.469$ ), of 2) de 85 mosselzaadbanken in het opengestelde gebied ( $p=0.305$ ). De  $X^2$  toets liet zien dat de overleving in opengesteld gebied niet significant verschilde van de overleving in gesloten gebied ( $p=0.056$ ).

Kaart 8. Winteroverleving van mosselzaadbanken gevallen in 2001.



Kaart 9 Overleving van mosselzaadbanken uit 2001 onder Ameland

Door de data van alle vier jaren in een bestand onder te brengen, konden dezelfde analyses voor alle data tegelijk uitgevoerd worden. Dit leverde een bestand met 356 mosselzaadbanken op, waarvan 200 de eerste winter overleefd hadden. 283 mosselzaadbanken waren gelegen in gebied wat op dat moment was opengesteld voor kokkelvisserij.

De logistische regressie gaf geen significante relatie tussen kokkelvisserij intensiteit in het jaar voor mosselzaadval en de overleving van de mosselzaadbanken in de winter na mosselzaadval voor 1) alle mosselzaadbanken ( $p=0.130$ ), of 2) de mosselzaadbanken in het opengestelde gebied ( $p=0.116$ ). De  $X^2$  toets liet zien dat de winteroverleving na de eerste winter in opengesteld gebied niet significant verschilde van de overleving in gesloten gebied ( $p=0.794$ ).

Tabel 7 geeft een samenvatting van de resultaten van de analyses uitgevoerd voor de beantwoording van de derde deelvraag: "Heeft kokkelvisserij invloed op de winteroverleving van mosselzaadbanken?"

Tabel 7 Samenvatting resultaten analyses van deelvraag 3.

Mossel- zaadval- jaar	aantal mosselbanken na				mosselbanken in		visserij intensiteit in jaar voor mosselzaad-val (%)	p-waarde		
	0 jr	1 jr	2 jr	3 jr	Open	Gesl.		Totaal <sup>1</sup>	Open- gesteld <sup>1</sup>	open vs. Gesloten <sup>2</sup>
1994	100	48		4	85	15	24.5	0.055	0.061	0.501
1996	63	20		6	50	13	24.6	0.469	0.401	0.010
1999	65	47		20	63	2	30.8	0.682	0.638	-
2001	128	87	-	-	85	43	13.8	0.496	0.305	0.056
totaal	356	202		30	283	73	-	0.130	0.116	0.465 <sup>3</sup>

1. logistische regressie
2. X<sup>2</sup> toets
3. exclusief het jaar 1999





## 5 Conclusies

### 5.1 Is er een relatie tussen kokkelvisserij en de ligging van mosselzaadbanken (deelvraag 1)?

In de jaren voor mosselzaadval heeft in alle gevallen ergens kokkelvisserij plaats gevonden. Het effect hiervan zou kunnen zijn dat door de kokkelvisserij de condities van de bodem (korrelgrootteverdeling, schelpden) dusdanig veranderd is dat de locaties minder of juist meer geschikt zijn geworden om een jaar later vestigingskansen te bieden aan mosselzaad.

Wanneer dit het geval is zouden de plaatsen te onderscheiden zijn van plaatsen die ook geschikt zijn voor kokkels, maar waar géén kokkelvisserij heeft plaats gevonden. De in dit rapport uitgevoerde analyses laten zien dat er geen significante relatie bestaat tussen bevissing in 1993 en het voorkomen van mosselzaadval in 1994, en de bevissing van 2000 op het voorkomen van mosselzaadval in 2001

- er een significant positieve relatie bestaat tussen de bevissing in 1995 en het voorkomen van mosselzaadval in 1996,
- er een significant negatieve relatie bestaat tussen de bevissing in 1998 en het voorkomen van mosselzaadval in 1999
- Wanneer de informatie van alle jaren tegelijk wordt geanalyseerd resulteert géén significant positieve of negatieve relatie, maar dat is gezien het voorgaande ook wel te verwachten. Immers als er een jaar een positieve, en een jaar een negatieve relatie bestaat, dan zal het verband over beide jaren samen minder duidelijk of zelfs afwezig zijn. Het betekent in elk geval ook dat van jaar tot jaar de data onderzocht dienen te worden.

### 5.2 Heeft kokkelvisserij een effect op de dichtheid van de mosselbiomassa (deelvraag 2)?

Er bleek geen significante correlatie te bestaan tussen de kokkelvisserij-intensiteit in het jaar voor mosselzaadval en de mosselbiomassadichtheid in het voorjaar na mosselzaadval. Ook droeg kokkelvisserij-intensiteit niet bij aan het verklaren van de variantie in de mosselbiomassa-dichtheid. De mosselbiomassadichtheid werd vooral bepaald door een tweetal abiotische factoren (mediane korrelgrootte en stroomsnelheid), en door het al dan niet sluiten van een gebied. Uit de analyse bleek de biomassadichtheid in gesloten gebied significant hoger te zijn dan in opengesteld gebied.

### **5.3 Heeft kokkelvisserij een effect op de winteroverleving (deelvraag 3)?**

Of een mosselzaadbank de winter na mosselzaadval zal overleven hangt niet af van de mate waarin in het gebied was gevist in het jaar voor mosselzaadval. Ook was de winteroverleving in gesloten gebied niet beter of slechter dan de overleving in opengesteld gebied.

## **DEEL B**

**Effecten van kokkelvisserij op het ontstaan van mosselbanken in  
de Waddenzee**

**A.G. Brinkman  
G. Aarts**



## 6 Methoden

### 6.1 Inleiding

De vraag “heeft kokkelvisserij effect op mosselzaadval” wordt in de volgende hoofdstukken iets anders aangepakt dan in het voorgaande deel van Kater & Baars.

In het voorgaande deel is uitsluitend naar locaties van mosselbanken gekeken waar ook een kokkelbank aangetroffen is geweest (gedefinieerd als locaties waar een dichtheid groter dan 50 kokkels m<sup>-2</sup> werd aangetroffen tijdens de Waddenzee-brede RIVO-surveys) en de mosselbanken die zich, al dan niet na visserij, op die locaties gevestigd hebben. Alle locaties buiten kokkelbanken zijn niet in die analyse betrokken.

In de komende paragrafen wordt een tweede spoor gevolgd dat gericht is op de gehele Waddenzee. Het onderzoek laat zien of mosselbanken zich bij voorkeur vestigen in die gebieden die ook voor kokkelbanken gunstig zijn, en of er dan nog voorkeur bestaat voor al dan niet beviste gebieden. In andere woorden:

- in welke mate wordt het vestigen van een mosselbank verklaard door de mosselhabitatkaart (deelproject F2, Brinkman & Bult, 2002)
- wat voegt vervolgens de kokkelhabitatgeschiktheidskaart (Kater et al, 2003) nog toe aan deze verklaring
- wat voegt vervolgens het (voormalige) bestaan van een kokkelbank toe aan de verklaring, óf
- wat voegt de dichtheid aan kokkels nog toe aan de verklaring
- wat voegt vervolgens de mate van bevissing nog toe aan de verklaring

### 6.2 Grid

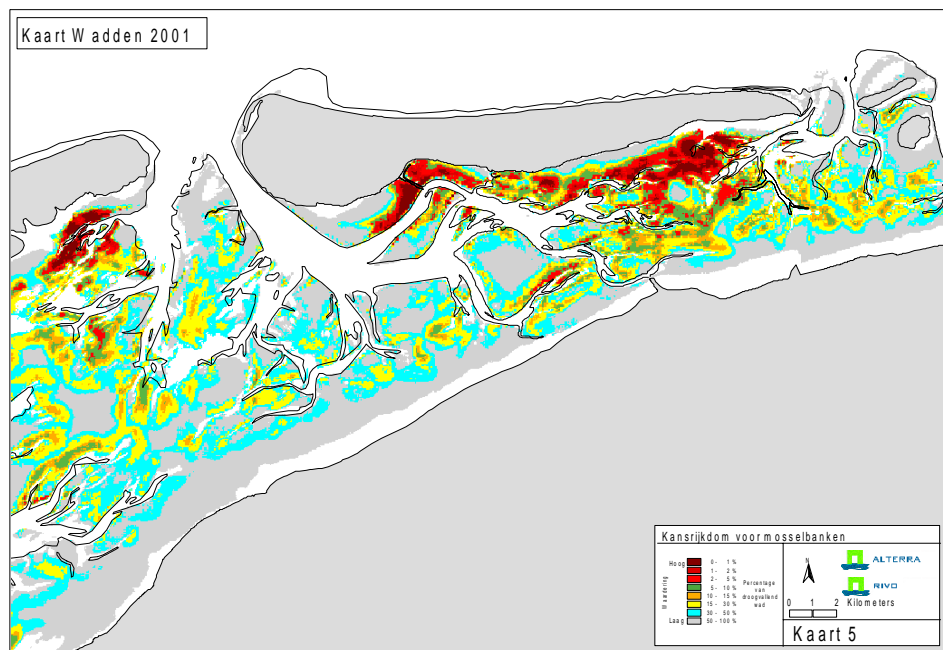
Het gehele Nederlandse Waddengebied is opgedeeld in gridcellen van 50\*50 m. Voor elke gridcel is met een GIS-systeem voor elk van de relevante jaren bepaald of er een kokkelbank aanwezig was, wat de dichtheid aan kokkels was, of er een mosselzaadbank heeft gelegen, en wat de geschiktheid voor mosselbanken respectievelijk kokkelbanken was volgens de betreffende habitatkaarten. :Daar waar het gaat om het voorkomen van een kokkelbank is met behulp van ArcView (ESRI, 2000) gekeken welk deel van de 50m \* 50m gridcel samenvalt met een kokkelbank. Is dat >50% dan is in de gridcel een kokkelbank aanwezig, is het minder dan niet. Idem voor mosselbanken De dichtheid aan kokkels is afgeleid uit de RIVO-surveys, waarbij dichtbemonsterde delen van het wad voor een kleiner deel representatief zijn, dan spaarzaam bemonsterde delen van het wad. Tevens is bepaald wat de intensiteit van kokkelvisserij in de cel is geweest (zie §6.5).

Een overzicht van de gebruikte gridbestanden is in bijlage 4 gegeven.

## 6.3 Habitatgeschiktheidskaarten

### 6.3.1 Mosselhabitatkaart

Door Brinkman & Bult (2002) is uitgezocht welke delen van de Nederlandse Waddenzee het meest geschikt zijn voor het ontstaan en voortbestaan van natuurlijke mosselbanken (kaart 10). Op basis van een eerste versie van deze mosselhabitatkaart (Brinkman & Van Stralen, 1999) werden in 1999 extra gebieden in de Waddenzee gesloten voor visserij, waarbij het ging om ruwweg 5% van het litorale Waddengebied<sup>2</sup>. De mosselzaadval van 2001 leverde in deze extra 5% een relatief hoog oppervlaktepercentage nieuwe mosselbanken op (niet gepubliceerd), hetgeen naar verwachting was volgens deze kaart.

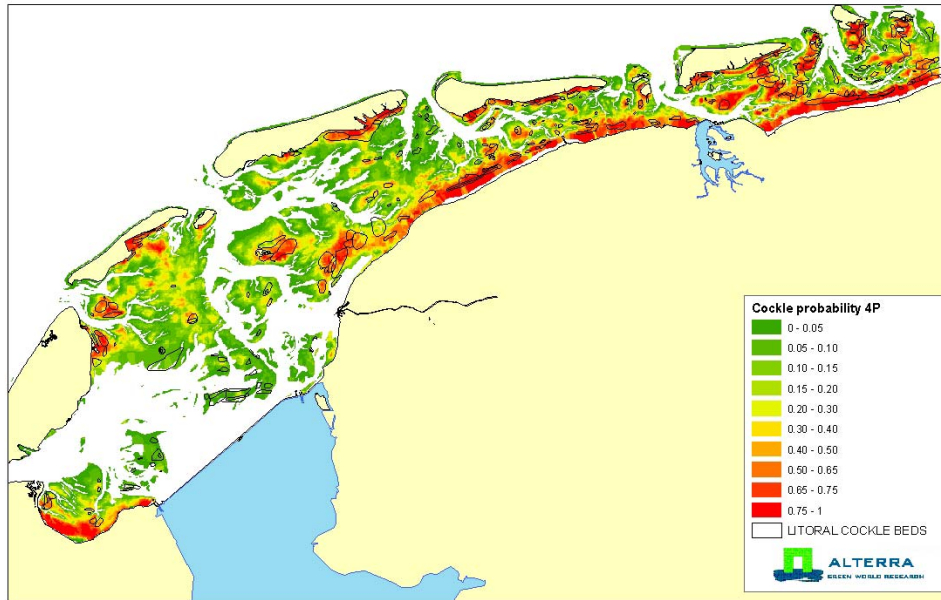


Kaart 10 Deel van de mosselhabitatkaart (Amelander wad). Donkerrood (klasse 0-1%) is het meest geschikt, en de klasse 50-100% (grijs) het minst (uit Brinkman & Bult (2002)).

<sup>2</sup> Delen van deze 5% gebieden zijn later (in 2002) weer vrijgegeven voor visserij, maar dat valt buiten de onderzoeksperiode.

### 6.3.2 Kokkelhabitatkaarten

Door Brinkman & Aarts (Kater et al, 2003) is uitgezocht welke gebieden in de Waddenzee het meest geschikt zijn voor het ontstaan van kokkelbanken. Er zijn twee kaarten gemaakt: één kaart geeft de kans op voorkomen van kokkelbanken gebaseerd op het al dan niet voorkomen van kokkelbanken in de jaren 1998-2002, en de ander geeft de kans op het voorkomen van kokkelbanken op basis van kokkeldichtheden. Kaart 11 geeft de gevonden habitatkaart gebaseerd op het al dan niet voorkomen van kokkelbanken.



Kaart 11 Kokkelhabitatkaart voor de gehele Waddenzee. De zwarte polygonen stellen de kokkelbanken in 1998 voor.

## 6.4 Abiotische karakteristieken

Gegevens over de abiotische omgevingskarakteristieken zijn van het RIKZ te Haren afkomstig. Voor de uitgevoerde analyses zijn vooral droogvaltijden van belang. In de mossel- en kokkelhabitatkaarten (deelrapport F2, Brinkman & Bult, 2002 resp. deelrapport H3, Kater et al, 2003) zijn abiotische karakteristieken al in de uitkomst verwerkt, en hoeven deze karakteristieken (onder meer golfwerking en sedimentkarakteristieken) niet apart bij de komende analyse worden betrokken.

### 6.4.1 Droogvaltijden

Uit dieptegegevens, voornamelijk verkregen uit geregelde lodingen (zie Brinkman & Bult, 2002) is door het RIKZ met behulp van getijdenkrommen, die per locatie in de Waddenzee verschillend zijn, berekend wat de droogvaltijd is voor elk gridpunt. Dit betreft gemiddelde omstandigheden, dus een gemiddeld getij. Effecten van wind en

spring- of doodtij zijn niet in de berekening verdisconteerd. Een gebied dat volgens deze gegevens een droogvaltijd van 0 minuten per getijde scoort, kan best af en toe droog komen te liggen

## 6.5 Kokkelvisserij-intensiteit

De gegevens van de kokkelvisserij-intensiteit (zie sectie 2.5) zijn door Alterra naar de 'standaard' 50\*50 m gridcellen omgewerkt. De intensiteit van kokkelvisserij is beschikbaar voor vakken van 0.1' bij 0.1' (lengteminuut\*breedteminuut). Voor elke 50m \* 50m gridcel is gescoord wat de gemiddelde visserij-intensiteit is volgens die 0.1' \* 0.1' -vakken. Hierbij vindt dus tevens een coördinatentransformatie plaats. Aldus zijn de kokkelvisserij intensiteiten in de gehele Waddenzee van jaar tot jaar bekend.

## 6.6 Modelleren algemeen

### 6.6.1 Tijdsperiode en analysetermijn

Een punt van aandacht blijft steeds dat er een tijdsduur van maanden aanwezig is tussen verschillende gebeurtenissen en waarnemingen waarop de uitgevoerde analyses berusten. Mosselzaadval (*jaar t*) vindt plaats in de periode juni-juli, maar wordt pas in het najaar van dat jaar daadwerkelijk gemeten. Voor het jaar 1994 vond deze meting pas in het voorjaar van 1995 plaats (*jaar t+1*). De gebeurtenissen of metingen waaraan deze zaadval gerelateerd gaan worden, vinden eerder plaats. In mei wordt de kokkelsurvey uitgevoerd en kort daarvoor worden door de kokkelsector de kokkelbanken geïnventariseerd. De bevissing vindt al plaats in september-november van het jaar ervoor (*jaar t-1*). Derhalve bevindt zich een periode van driekwart jaar tussen bevissing (te onderzoeken oorzaak) en mosselzaadval (te onderzoeken gevolg), terwijl de daadwerkelijk meting van die mosselzaadval nog eens maanden later kan plaats vinden. Gedurende deze periodes vinden natuurlijke processen plaats die leiden tot verschuivingen, compositie- en dichtheidsveranderingen en verdwijningen van kokkelbanken (stormen, stroming, begrazing van kleine tot grote schelpen door allerlei organismen, van garnalen, zeesterretjes en zeesterren, krabben tot en met scholeksters en eidereenden). Deze processen zijn niet in de analyse betrokken.

### 6.6.2 Kokkelvisserijkarakteristieken

Kokkelvisserij is niet random, maar richt zich specifiek op kokkels die groot genoeg zijn en gemakkelijk bevestigd kunnen worden, waarbij uiteindelijk de verwachte financiële opbrengsten de doorslag geven. Dit is de reden dat de kokkelvisserij zich bijvoorbeeld in de periode 1998-2002 steeds hoger in de litorale zone heeft afgespeeld. De eerste vangsten betroffen laaggelegen kokkels, die door de omstandigheden (sublitoraal, dan wel lange overspoelingsduur) een snelle groei



doormakten. Later werden hooggelegen en steeds slikkigere gebieden langs de Groninger en Friese waddenkust bevestigd, waar de groeiomstandigheden minder zijn, en de bevestigbaarheid eveneens slechter is. Het geheel houdt in dat natuurlijke processen (b.v. stormen, winters en predatie) een verschillend effect kunnen hebben op de wel en niet bevestigde kokkelbanken.

### 6.6.3 Causaliteit

Hoewel er in een studie als de voorliggende correlaties tussen variabelen kunnen worden aangetoond, mag niet verwacht worden dat die automatisch ook betekenen dat er tussen die variabelen ook *causale* relaties bestaan. De uitkomsten zullen samen met andere studieresultaten moeten leiden tot een algemeen en aannemelijk beeld van de effecten van kokkelvisserij op biota die in de Waddenzee voorkomen. Het omgekeerde is overigens eveneens mogelijk: wanneer géén correlatie wordt gevonden wil dat niet op voorhand zeggen dat er géén causale relatie zal bestaan.

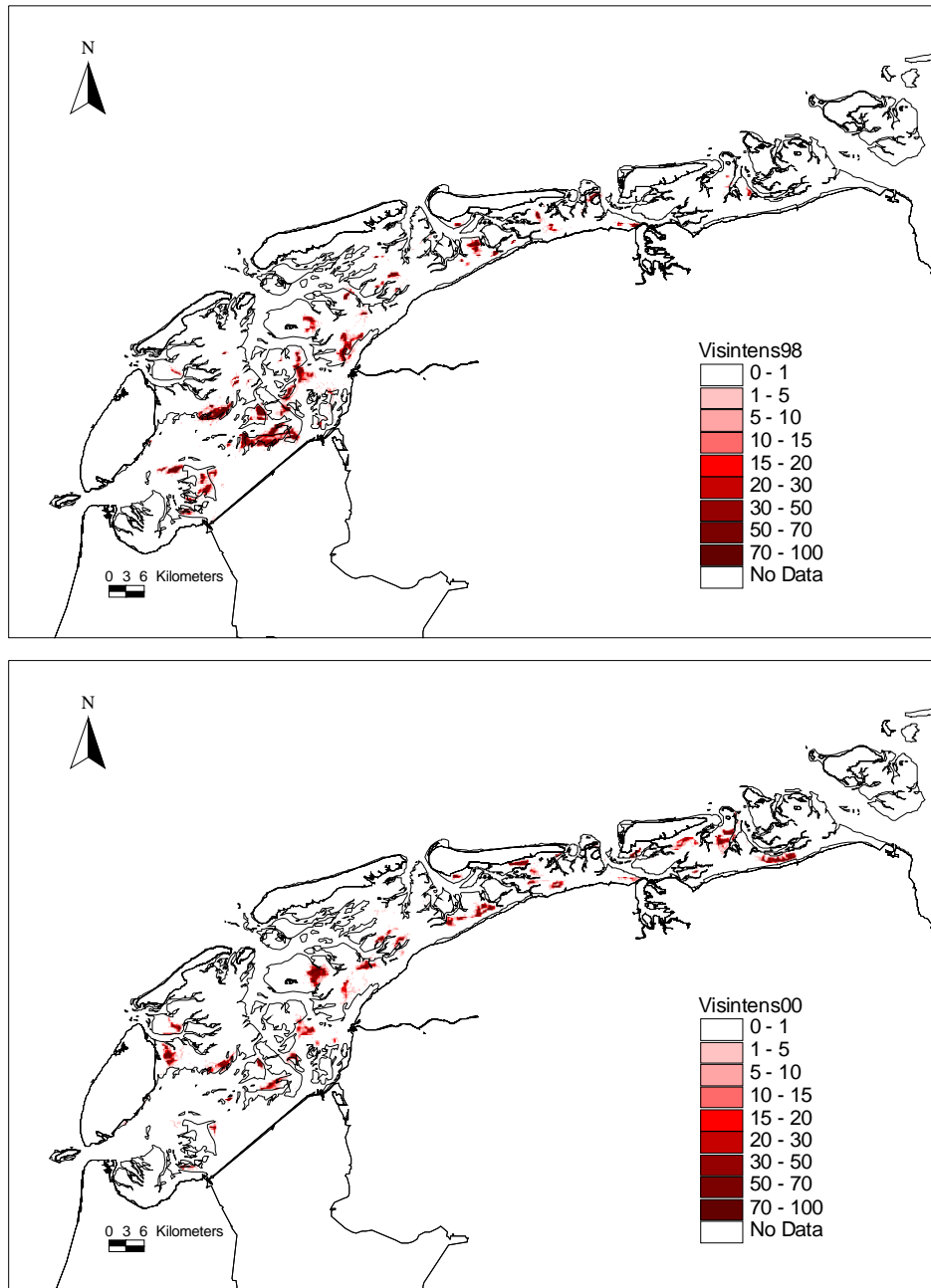
Doordat kokkels zich verschillend ontwikkelen afhankelijk van abiotische factoren (zoals overspoelingsduur), zal ook de kokkelvisserij-intensiteit gerelateerd zijn aan abiotische factoren én zal deze correlatie veranderen met de jaren (doordat de kokkelvisserij verschuift van locatie). Derhalve zal kokkelvisserij, afhankelijk van het bevestigde habitat, een verschillend effect hebben of kunnen hebben op de mosselzaadval. Zie ook Leopold et al (2003; deelproject C1/3).

### 6.6.4 Ruimtelijke autocorrelatie

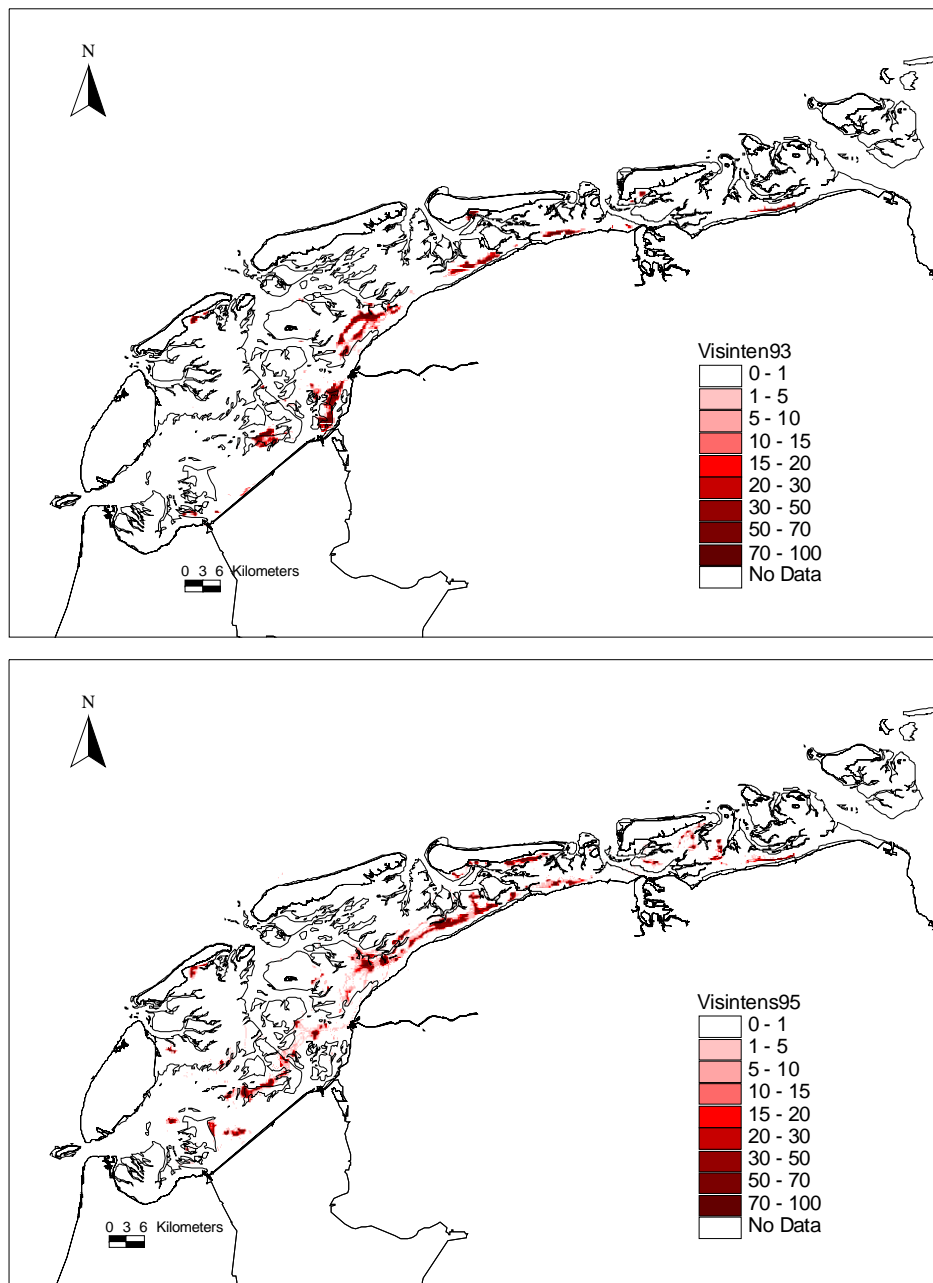
De vestiging van een jonge mossel op een bepaalde plek hangt niet alleen af van abiotische factoren, kokkelvisserij-intensiteit en de aanwezigheid van kokkels, maar ook van de vestiging van andere mosselen. De binding van byssusdraden met andere mossels is een vereiste voor het ontstaan van een mosselzaadbank. Daarom is noch een individuele gevestigde mosselzaadlarve, noch een individuele mosselzaadbank de onafhankelijke toetsingseenheid. De werkelijke steekproefgrootte ligt hier ergens tussen in. In de meest conservatieve benadering, waarbij een mosselbank als onafhankelijke steekproefeenheid wordt beschouwd, leidt de transformatie van de data naar een nieuwe steekproefeenheid met kleinere schaal (50x50 meter cellen) ertoe dat kunstmatig meer meetpunten worden gecreëerd, en daarmee het aantal vrijheidsgraden. Dit leidt vervolgens tot een toename van een type I fout; de alternatieve hypothese wordt onrechtmatig sneller geaccepteerd. Een correctie in deze studie dient te worden toegepast.

## 6.7 Modellerings technieken

Een nadere uitleg van de gebruikte modellerings technieken is in bijlage 5 gegeven.



*Kaart 12 Locaties waar in 1993 (boven) en 1995 (onder) is gevist. De genoemde percentages geven aan welk deel van de oppervlakte binnen elke gridcel van 50\*50 daadwerkelijk bevist is geweest*



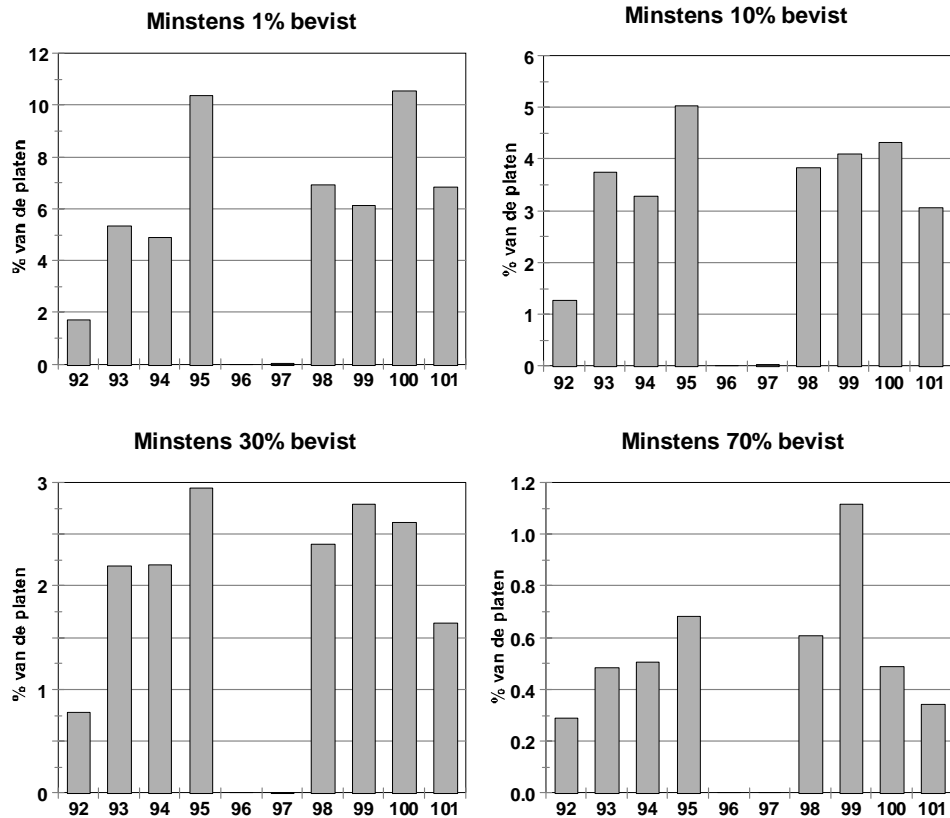
*Kaart 13 Locaties waar in 1999 (boven) en 2000 (onder) is gevist. De genoemde percentages geven aan welk deel van de oppervlakte binnen elke gridcel van 50\*50 daadwerkelijk bevestigd is geweest.*



## 7 Resultaten

### 7.1 Overzicht van kenmerken van kokkelvisserij

In tabel 8 is een aantal bestandskenmerken samengevat van het wad, en in tabel 9 een aantal bevissingskenmerken en omgevingskenmerken. In figuur 5 is voor de gehele periode van 10 jaar de kokkelvisserij-intensiteit in % van het plaatoppervlak gegeven.



Figuur 5 Bevissing van de droogvallende platen in de periode 1992-2001. Aangegeven is het percentage van het totaal droogvallende wad dat met de genoemde intensiteit bevestigd is geweest. In 1996 is er helemaal niet gevestigd; in 1997 is er alleen sublitoraal gevestigd.

Tabel 8 Overzicht van bestandskenmerken

	1993/1994	1995/1996	1998/1999	2000/2001	
Gem kokbiomassa	3.11	0.89	7.37	8.34	gram vers/m <sup>2</sup> over alle cellen (=het gehele wad)
Kokkelbank	2760	1350	3733	3585	ha
Mosselzaadbank	1320	603	808	1278	ha

Tabel 9 Overzicht bevissingskarakteristieken Waddenzee periode 1992-2001

Jaar	Ha bevist	Ha Bevist platen	Ha Bevist platen >=10%	Bevist % drv-wad	Bevist % drv-wad >= 10%	Gem bevist	Gem-DVT-gew	Gem-DVT	Gem Slib%-gew	Gem-slib%	Gem-g/m2-gew	Gem-g/m2
1992	2107	2072	1558	1.7	1.3	27.2	43.6	38.6	35.4	36.7	612.2	440.3
1993	7548	6484	4587	5.3	3.8	29.1	31.0	31.7	27.8	27.7	577.3	500.0
1994	6389	5975	4013	4.9	3.3	30.6	36.5	36.2	35.7	35.9	369.6	291.8
1995	14788	12681	6150	10.4	5.0	20.7	34.4	30.6	28.9	25.3	715.2	350.4
1996	0	0	0	0.0	0.0							
1997	1292	35	26	0.0	0.0	49.8	0.0	0.0	11.4	12.8	483.4	298.2
1998	12006	8439	4687	6.9	3.8	26.6	24.5	26.0	14.6	16.8	646.3	597.4
1999	7823	7470	4995	6.1	4.1	31.3	46.3	41.5	17.6	19.3	2295.8	1173.8
2000	15186	12875	5273	10.5	4.3	22.3	44.6	38.8	18.3	18.1	476.4	419.7
2001	8861	8358	3728	6.8	3.1	19.5	49.6	47.5	18.2	18.0	682.1	361.8

\*) droogvaltijd gewogen naar visintensiteit wil zeggen dat berekend is:

$$gemiddelde = \frac{\sum_i droogvaltijd_i * vi \text{ sin tensiteit}_i}{\sum_i vi \text{ sin tensiteit}_i}$$

, voor I=1 ... Aantal gridcellen. Voor slib% en kokkeldichtheid geldt dit idem dito.

Legenda:

Ha bevist	Aantal ha bevist >1 %	Ha
Ha bevist platen	Aantal ha bevist > 1% waar DVT1 >= 1%	Ha
Ha bevist >=10%	Aantal ha platen bevist , intensiteit >=10%	Ha
Bevist % drv-wad	% van het droogvallende wad	%
Bevist % >=10%	% van platen bevist, intensiteit >=10%	%
Gem bevist	Bevissing van de vakken waarin gevestigd	% Gem bevist
Gem-DVT-gew	Gemiddelde DVT van plek waar gevestigd	% DVT-gewogen naar bevissings-%
Gem-DVT	Gemiddelde DVT van plek waar gevestigd	% DVT-ongewogen
Gem slib%-gew	Gemiddeld slibgehalte waar gevestigd	% Slib gewogen naar bevissings-%
Gem-slib%	Gemiddeld slibgehalte waar gevestigd	% Slib-ongewogen
Gem-g/m2-gew	Gemiddelde dichtheid waar gevestigd	g vers/m2 gewogen naar beviss-%
Gem-g/m2	Gemiddelde dichtheid waar gevestigd	g vers/m2 ongewogen

In bijlage 8 is ook aangegeven bij welke slib-percentages er gevestigd is in de jaren 1992-2001, en is het gehele overzicht gegeven van de droogvaltijden van de bevestigde locaties.

### 7.1.1 Waar lagen de meeste kokkels?

In Kater et al (2003, rapport H3) is aangegeven dat de ligging van de kokkels van jaar tot jaar kan verschillen, waarbij een zwaartepunt (wat biomassadichtheid betreft) gevonden wordt rond de gemiddelde waterlijn.

In de jaren 1990-1996 zijn maar weinig kokkels aanwezig, met als dieptepunt het jaar 1996. De winter van 1996 is daar ook deels debet aan.

Soms is de spreiding in voorkomen groot, maar in een jaar als 1997 worden de meeste kokkels aangetroffen in het sublitoraal, omdat de kokkelzaadval (de zaadval

van 1996 was omvangrijk) van 1996 de winter van 1997 grotendeels niet overleefd heeft. Ook de volwassen kokkels, voor zover nog present, hebben van de winter van 1996/1997 te lijden gehad. In 1997 vond weer een goede zaadval plaats, en dat leidde tot een omvangrijk kokkelbestand, waar tot en met 2002 op gevist is. In 2001 en 2002 werden kokkels nauwelijks in diepere delen van het litoraal aangetroffen; dit wordt voor een belangrijk deel aan visserij toegeschreven. Zie ook de volgende paragrafen. Het grootste deel van het resterende bestand heeft de winter van 2002/2003 niet overleefd.

Gewogen naar biomassadichtheid (gram vers  $m^{-2}$ ) is in al de vier jaren de gemiddelde droogvaltijd groter dan het ongewogen (werkelijke) gemiddelde (tabel 8). Dat betekent dat de kokkelbiomassa zich niet evenredig over het wad verdeeld heeft, maar het zwaartepunt zich bij grotere droogvaltijden bevindt. Dit is ook verwoord in de H3-rapportage (kokkelhabitatkaart, Kater et al, 2003).

### **7.1.2 Wat zijn de kenmerken van de beviste delen?**

#### ***Droogvaltijden***

Uit de discussies naar aanleiding van deelproject H3 (Kater et al, 2003, in prep) met de kokkelsector kwam naar voren dat de sector zich niet herkende in het geschetste beeld dat de kokkels vrij hoog op de platen voor komen, dwz boven NAP. De kokkelvisserij gaven aan dat bevissing hooguit tot aan NAP plaats vindt. Door Kater et al werd dat verklaard met de redenering dat de trefkans –volgens de modelanalyses- weliswaar het hoogst was in het gebied met ongeveer 50-60% droogvalduur, maar dat die gebieden qua areaal minder voorkomen dan gebieden met 40-50% droogvaltijd.

Dit beeld behoeft enige bijstelling. Uit fig. 6 en de figuren in bijlage 9 wordt duidelijk dat in de jaren 1992-1995 bevissing vooral plaats vond in gebieden met een droogvaltijd (dvt) van ongeveer 30% (range: 20-60%). In 1997 wordt alleen sub-litoraal gevist. In 1998 wordt nog deels sub-litoraal gevist, maar ook veel in het gebied met 20-60% droogvaltijd: gemiddeld bij 26% dvt. In 1999 wordt eigenlijk uitsluitend gevist in het gebied met 40-60% droogvalduur (gem. 42%), in 2000 wordt dat uitgebreid tot meer dan 70% droogvalduur (gem. 39%), en in 2001 tot zelfs bijna 80% droogvalduur (gem. 48%). Dat zijn gebieden die uitsluitend bij extra hoogwater bereikbaar zijn voor de kokkelschepen.

Worden deze getallen gewogen naar de bevissingsintensiteit dan blijkt dat voor meer dan de helft van de jaren de gemiddelde droogvaltijd van de beviste delen nog wat hoger is. Dit betekent dat in die jaren de langer droogvallende delen relatief intensiever is gevist.

Alleen in 1998 wordt het omgekeerde waargenomen: dan wordt het meest intensief gevist in de kort droogvallende delen.

### ***Slibgehalte (gedefinieerd als deeltjes <64 µm) '***

Tabel 9 en de figuren in bijlage 8 geven aan dat de weinige visserij in 1992 plaats vond bij slibgehaltenes van 36% (range 20-50%); dat soort gebieden werd ook in 1994 bevestigd. In 1993 en 1995 werden gebieden met slibgehaltenes van 28% (0-60%) bevestigd. In 1997 was het gemiddelde slibgehalte in de bevestigde gebieden (die toen sub-litoraal lagen) 13%, in de jaren erna was dat 15-18%. Als in al de jaren het slibgehalte gewogen wordt naar visserij-intensiteit, dan worden nauwelijks andere getallen gevonden. Dit betekent dat in die jaren de verdeling van de intensiteit vrij normaal rond dat gemiddelde gelegen heeft.

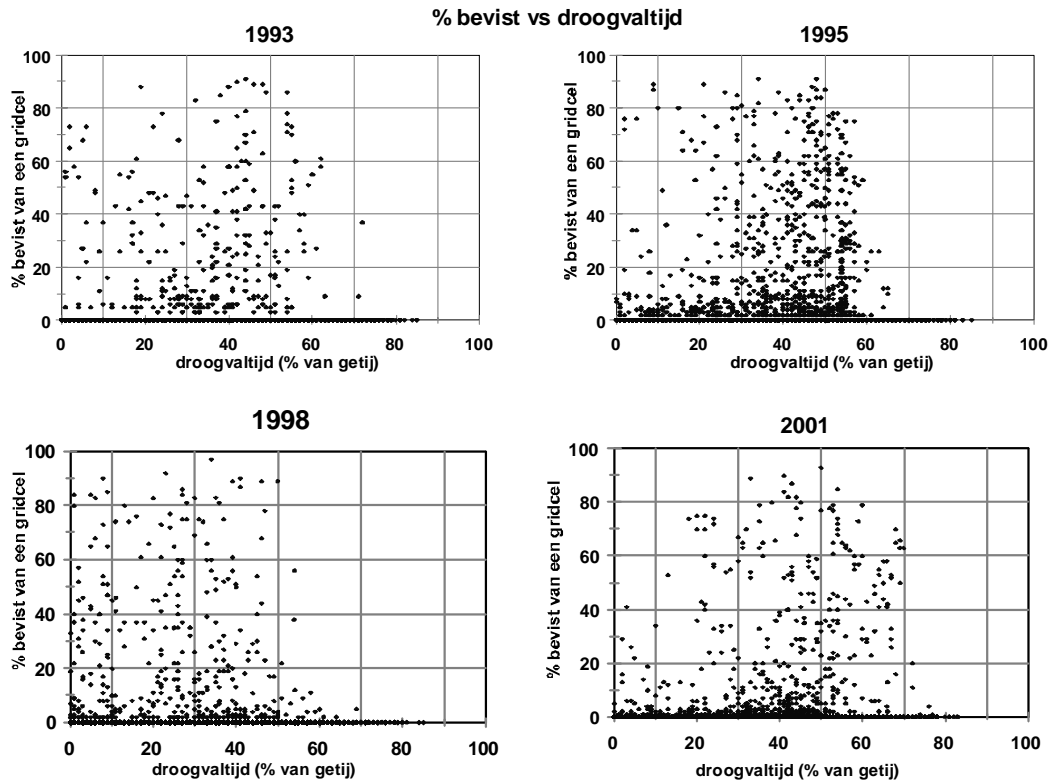
De getallen geven óók aan dat de bevestiging in de laatste jaren (ná de broedval van 1997, juist in minder slikkige gebieden heeft plaats gevonden dan die in de jaren 1992-1995.

### **7.1.3 Welk deel is bevestigd?**

Het bevestigde oppervlak (in ha), waarbij álle cellen zijn geteld die meer dan 1% bevestiging hadden, bedraagt vrijwel steeds meer dan de totale oppervlakte aan kokkelbanken (tabel 8 en 9). Hoewel ons steeds is gebleken dat de plaats van bevestiging en de ligging van de kokkelbanken op de kaarten niet altijd goed overeenkwam, omdat blijkbaar de positiebepaling van de banken niet nauwkeurig genoeg geschiedde, kan die afwijking het verschil toch niet verklaren. Dat betekent dat ook op (veel) plekken gevestigd is waar een kleinere dichtheid dan 50 kokkels m<sup>-2</sup> aanwezig was. Zie hiervoor ook sectie 7.1.5. In ruwweg de helft van de bevestigde cellen wordt meer dan 10% van het oppervlak bevestigd. In tabel 9 valt te lezen dat de gemiddelde kokkelvisserij-intensiteit (uitgedrukt in % bevestigd oppervlak in een cel) in de bevestigde cellen 20-30% bedraagt voor de jaren 1992-1995. In 1997 is op een klein gebied heel intensief gevestigd (vooral sub-litoraal); in de jaren erna

neemt dat percentage weer af naar 25-30% tot minder dan 20% in 2001. In 2001 is blijkbaar een relatief groot oppervlak met geringe intensiteit bevestigd.

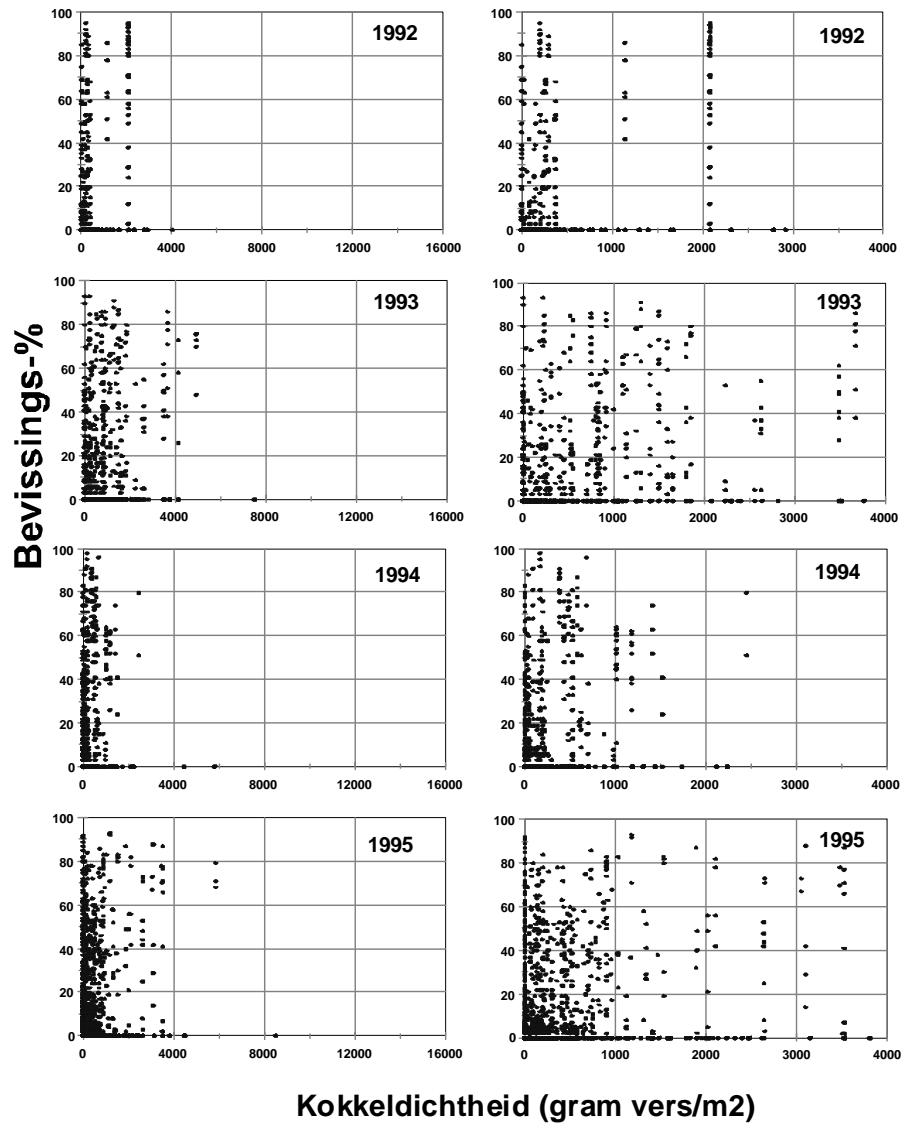




*Figuur 6 Waar is gevist? Kokkelvisserij-intensiteit in de 50\*50 m gridcellen, ingedeeld naar droogvaltijd. De punten representeren een a-selecte steekproef (8% van de data) uit alle litorale cellen.*

Deze getallen zijn niet dezelfde als die door Kater & Baars zijn genoemd in deel A van deze rapportage wat een gevolg is van het feit dat zij zich uitsluitend op die gebieden hebben gericht waar meer dan 50 kokkels  $m^{-2}$  zijn aangetroffen.

Overigens wordt in deelproject H2 (Kamermans et al, 2003) aangegeven dat vissers niet alle kokkelbanken ook vinden dan wel intekenen. Met name in de gesloten gebieden worden soms banken gemist. Er zullen dus meer banken zijn dan aangegeven. Dat is een van de redenen dat meer hectares bevestigd (kunnen) worden dan als kokkelbanken aangegeven zijn. Tenslotte, en dat is al eerder opgemerkt, is de grens van 50 kokkels  $m^{-2}$  een globale grens; ook kleinere dichtheden worden bevestigd (afhankelijk van de verwachte opbrengst), terwijl kokkels die in hoge dichtheden voorkomen soms onbereikbaar zijn.



*Figuur 7 Bij welke kokkeldichtheid (g vers m<sup>-2</sup>) is gevestigd? Jaren 1992-1995. De rechter figuren geven details van de linker figuren weer (de lagere kokkeldichtheden). De figuren geven een random steekproef weer van 16000 punten uit het totaal van 500.000 punten.*

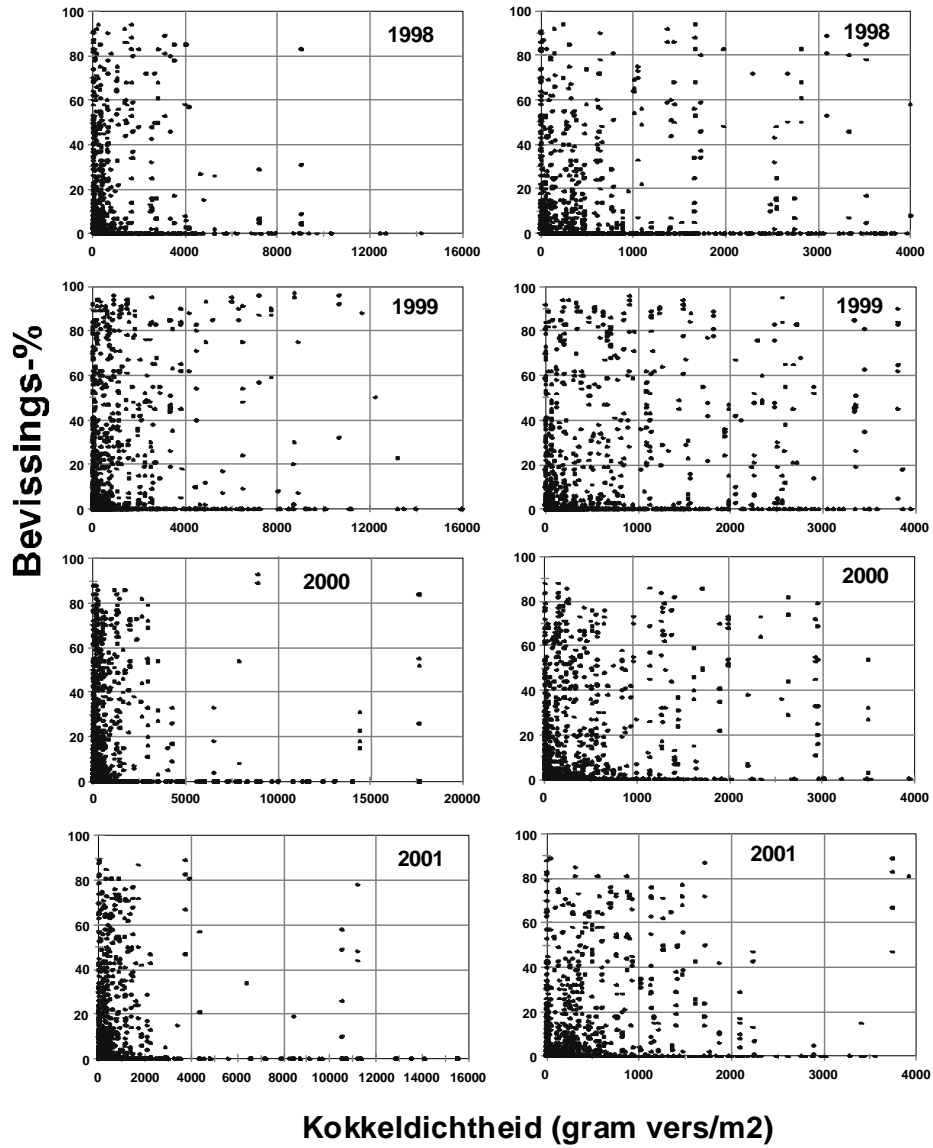
#### **7.1.4 Op welke locaties is gevist?**

De beviste gebieden in de jaren 1993, 1995, 1998 en 2000 zijn aangegeven in Kaart 12 en Kaart 13. De overige jaren zijn in de bijlage 6 opgenomen. De diep gelegen en soms sub-litorale delen die bevist zijn worden aangetroffen bij de Waardgronden in het centrale deel van de westelijke Waddenzee. In veel jaren wordt vrij dicht tegen de Friese, en soms ook Groningse kust geopereerd.

In 1998, wanneer de kokkelzaadval van 1997 al oogstbaar is in de diepgelegen gebieden waar de kokkels snel groeien, zijn met name de laag-litorale en sublitorale gebieden bevist. In latere jaren werden steeds meer hooggelegen gebieden interessant. In 1999, 2000 én 2001 is bijvoorbeeld vrij dicht onder de Groningse kust gevist

#### **7.1.5 Op welke dichtheid is gevist?**

In tabel 9 en in figuur 7 en figuur 8 is aangegeven bij welke kokkeldichtheden is gevist in de jaren 1992-2001. Gesteld dat het versgewicht van een kokkel ongeveer 15-25 g is, dan komt een dichtheid van 50 kokkels  $m^{-2}$  overeen met een biomassadichtheid van ongeveer 750-1250 g FW  $m^{-2}$ . In de jaren 1998-1999 is bij hoge biomassadichtheid gevist is, maar in de jaren erna is die dichtheid lager, wat in sterkere mate geldt voor de jaren 1992-1995. Duidelijk is ook dat in sommige jaren gevist is op erg lage kokkeldichtheden; met name in 1992 en 1994 is dat het geval geweest.



Figuur 8 Bij welke kokkeldichtheid (g vers m<sup>-2</sup>) is geïst? Jaren 1997-2001. De rechter figuren geven details van de linker figuren weer (de lage kokkeldichtheden). De figuren geven een random steekproef weer van 16000 punten uit het totaal van 500.000 punten.

## 7.2 Analyse uitgaande van kokkelbanken

### 7.2.1 Mosselzaadval op kokkelbanken versus overige litorale gebieden

In 1999 is 0.18% van de litorale gebieden bedekt met mosselzaad terwijl 3.3% van de kokkelbanken bedekt zijn met mosselzaad (tabel 10). De kans op vestiging van mosselzaad is dus in dit jaar 18 maal hoger op de kokkelbankgebieden (kokkelbanken+ voormalige kokkelbanken) dan op de overige litorale gebieden. In 1999 waren er bij benadering 250 mosselzaadbanken. Het aantal cellen met mosselzaad was echter 4351, waardoor de bemonsteringseenheid kunstmatig met een factor 17 is opgevoerd. Het iteratief uitvoeren van een  $\chi^2$  toets met een sample van 1/17 van de totale data levert een gemiddelde p-waarde op  $<10^{-5}$ . In 1999 vindt, uitgaande van de huidige data, significant meer mosselzaadval plaats op de (bestaande + voormalige) kokkelbanken dan op de overige litorale delen.

In 2001 is 0.80% van de litorale gebieden bedekt met mosselzaad terwijl 3.2% van de (bestaande + voormalige) kokkelbanken met mosselzaad bedekt is. Volgens de inventarisatie waren er in 2001 minder mosselbanken ( $n=215$ ) dan in 1999, maar zijn de mosselbanken gemiddeld ruim vier keer groter dan in 1999. Ook in 2001 vindt er significant meer mosselzaadval plaats op de kokkelbanken dan op de overige litorale delen ( $p = 2.6 \cdot 10^{-5}$ ).

*Tabel 10 Gegeven is het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op kokkelbanken (bestaand + voormalig) voor de jaren 1999 en 2001, als fractie van het totaal aantal cellen met kokkelbanken. Ook het totaal aantal litorale 50\* 50 m cellen met mosselzaad als fractie van het totaal aantal litorale cellen. P-waardes zijn berekend met behulp van een vergelijking van proporties, gebruikmakend van een Chi-kwadraat analyse.*

jaar	% op kokkelbank	% op litoraal	ratio	p-waarde
1999	3.30%	0.18%	18.4	$< 10^{-5}$
2001	3.20%	0.8%	4	$2.6 \cdot 10^{-5}$

### 7.2.2 Mosselzaadval op kokkelbanken in vergelijking tot historische kokkelgebieden<sup>3</sup>

De bovengenoemde relatie tussen mosselzaadval en het voorkomen van kokkelbanken kan tot op zekere hoogte veroorzaakt worden doordat die gebieden waar kokkelbanken voorkomen ook geschikt zijn voor de vestiging van mosselzaad. Om die reden is de mosselzaadval op kokkelbanken die het voorgaande jaar al aanwezig waren vergeleken met mosselzaadval in historische kokkelgebieden. Historische kokkelgebieden zijn die gebieden waar kokkelbanken hebben gelegen in de onderzochte periode. In 1999 is 3.3% van de kokkelbanken bedekt met mosselzaad terwijl 2.1% van de historische kokkelgebieden bedekt is met mosselzaad (Tabel 11). In 2001 was dit 3.1% op de kokkelbanken en 4.6% op de historische kokkelgebieden. In 1999 was dit verschil significant ( $p = 2.9 \cdot 10^{-4}$ ). In 2001 is het verschil niet significant ( $p = 0.13$ ).

<sup>3</sup> Onder historische kokkelbanken worden die gebieden verstaan waar eerder wél een kokkelbank gelegen heeft, maar nu niet meer.

Tabel 11 Gegeven is het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op kokkelbanken als fractie van het totaal aantal cellen met kokkelbanken voor de jaren 1999 en 2001. Eveneens is gegeven het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op historische kokkelgebieden als fractie van het totaal aantal cellen met historische kokkelgebieden. P-waardes zijn berekend met behulp van een vergelijking van proporties, gebruikmakend van een Chi-kwadraat analyse.

Jaar	% op kokkelbank	% in historische kokkelgebieden	Ratio	p-waarde
1999	3.30%	2.10%	1.6	2.9 10 <sup>-4</sup>
2001	3.10%	4.60%	0.67	0.13

### 7.2.3 Mosselzaadval op kokkelbank versus op verdwenen kokkelbank

Indien mosselzaadval bij voorkeur op kokkelbanken plaatsvindt en indien dit geheel is toe te schrijven aan de aanwezigheid van kokkelbanken zelf en niet aan de daar heersende habitatkarakteristieken, dan moet het verdwijnen van de betreffende kokkelbank een negatief effect hebben op de mosselzaadval. Verdwijning is bepaald door te kijken of een cel met een kokkelbank in jaar  $t$  verdwenen is ten opzichte van het jaar  $t-1$ . Als we het aantal cellen met mosselzaad op kokkelbanken als fractie van het totaal aantal kokkelbanken vergelijken met het aantal cellen met mosselzaad op verdwenen kokkelbanken als fractie van het aantal verdwenen kokkelbanken, dan blijkt dat in 1999 er 2.6 ( $p = 1.7 \cdot 10^{-5}$ ) maal meer mosselzaad ligt op de kokkelbanken, dan op de kokkelbanken die verdwenen zijn. In het jaar 2001 daarentegen, is er geen significant verschil in voorkeursvestiging. Zie tabel 12.

Tabel 12. Het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op kokkelbanken als fractie van het totaal aantal cellen met kokkelbanken in 1999 en 2001, en het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op verdwenen kokkelbanken als fractie van het totaal aantal cellen met verdwenen kokkelbanken. P-waardes zijn berekend met behulp van een vergelijking van proporties, gebruikmakend van een Chi-kwadraat analyse.

jaar	% op kokkelbank	% op verdwenen kokkelbank	Ratio	p-waarde
1999	3.70%	1.40%	2.6	1.7 10 <sup>-5</sup>
2001	3.50%	3.7	0.95	0.58

### 7.2.4 Mosselzaadval op beviste kokkelbanken versus onbeviste kokkelbanken

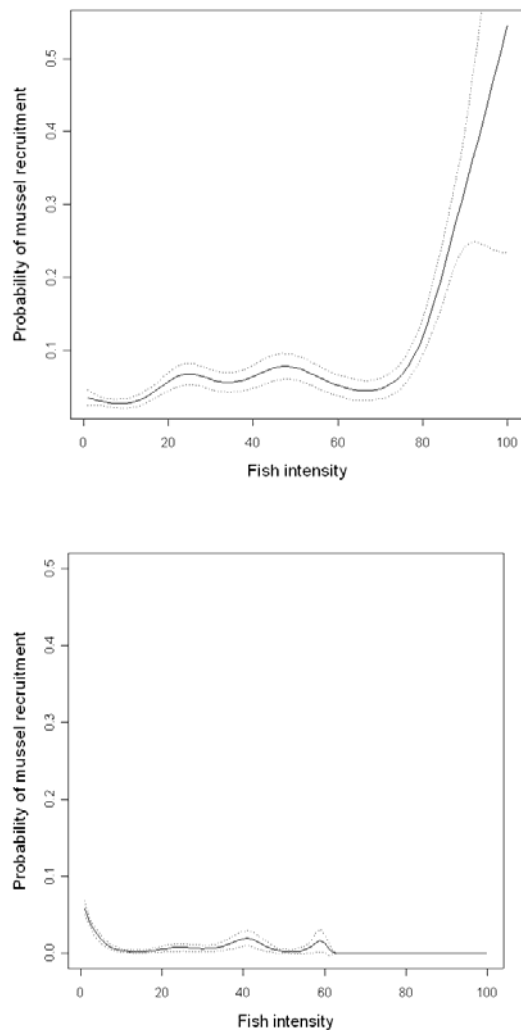
In eerste instantie worden alle cellen waar meer dan 1% van het oppervlak bevestigd is als bevestigd beschouwd, en alle overige als onbevestigd. In 1999 is 5.6% van de beviste kokkelbanken bedekt met mosselzaad, terwijl 2.8% van de onbeviste kokkelbanken met mosselzaad bedekt is (tabel 13). Dit betekent dat er relatief 2 keer zoveel mosselzaadvestiging plaatsvindt op de beviste kokkelbanken. In 2001 vindt relatief meer mosselzaadvestiging plaats op de onbeviste kokkelbanken (1.8% tegen 3.7%). Deze relatie is echter niet significant. Hierbij speelt ook de keuze van wat als bevestigd wordt beschouwd een rol. De grens van 1% is arbitrair. Ook is vermoedelijk pas effect te verwachten bij een hogere kokkelvisserij-intensiteit. In sectie 7.2.5 wordt gewerkt met de kokkelvisserij-intensiteit zelf, en wordt deze analyse verfijnd.

Tabel 13 Het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad in 1999 en 2001 op de (in het voorgaande jaar) beviste kokkelbanken als fractie van het totaal aantal cellen met beviste kokkelbanken, en het aantal 50\*50 m cellen met mosselzaad op niet-beviste kokkelbanken als fractie van het totaal aantal cellen met niet-beviste kokkelbanken. P-waardes zijn berekend met behulp van een vergelijking van proporties, gebruikmakend van een Chi-kwadraat analyse. Die cellen zijn gekarakteriseerd als zijnde bevist indien meer dan 1% bevist is.

jaar	% op beviste kokkelbank	% op onbeviste kokkelbank	ratio	p-waarde
1999	5.60%	2.80%	2	0.015
2001	1.80%	3.70%	0.31	0.31

### 7.2.5 Kans op mosselzaadval uitgezet tegen kokkelvisserij-intensiteit het jaar ervoor

Aangezien het effect van kokkelvisserij op de mosselzaadval kan afhangen van de intensiteit van die bevissing, onderzoeken we voor de beviste cellen de relatie tussen mosselzaadval in het jaar na kokkelvisserij als functie van de kokkelvisserij-intensiteit. Hiervoor wordt een Generalized Additive Model (GAM) gebruikt. In figuur 9 wordt deze relatie gegeven. Er bestaat een significante positieve relatie tussen de kokkelvisserij-intensiteit in 1998 en de kans op mosselzaadvestiging in 1999. De mosselzaadvestiging in 2001 als functie van de kokkelvisserij intensiteit in 2000 resulteert in een veel minder sterk, negatief en nauwelijks significant verband.



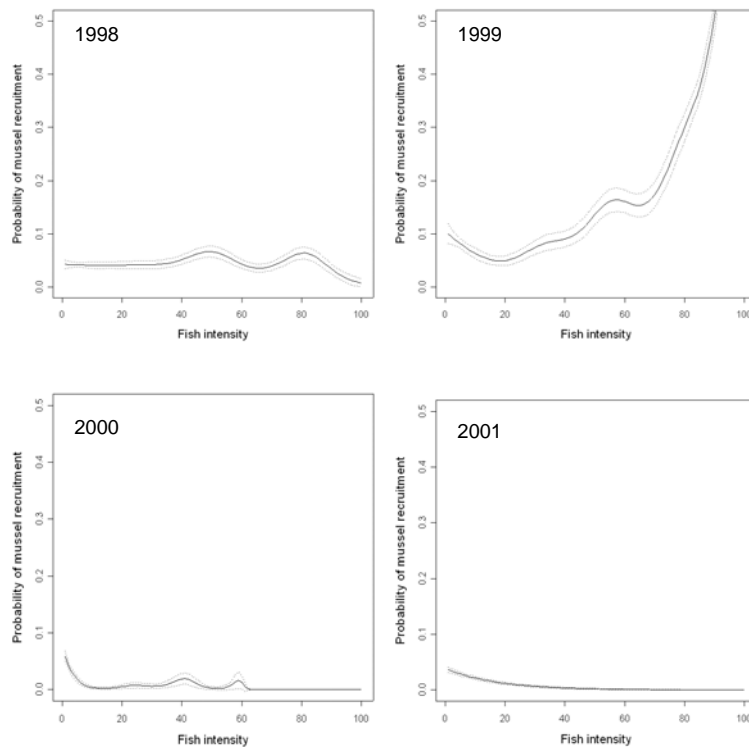
Figuur 9 De kans op mosselzaadval in een jaar als functie van de kokkelvisserij-intensiteit het jaar daarvoor. Boven betreft het jaar 1999 (bevissing 1998) en onder het jaar 2001 (bevissing 2000). De gestippelde lijn representeert het 95% betrouwbaarheidsinterval. Assen: Fish intensity= intensiteit van kokkelvisserij (% van het bevestig gebied in elke 50\*50 m cel); Probability of mussel recruitment= kans op aantreffen mosselzaad in de betreffende 50\*50 m gridcel. De steekproefgrootte is ongeveer 30.000 punten.

### 7.2.6 Leidt een hogere kokkelvisserij-intensiteit tot een grotere kans op mosselzaadval?

Uit Kaart 12 en Kaart 13 (zie ook bijlage 6) kunnen we opmaken dat er een verschuiving optreedt van kokkelvisserij van de zandige lage gebieden (1998) naar de hoge delen nabij de Groninger en Friese kust (tot 2001). Deze zijn in het algemeen ook iets slikkiger dan de gebieden die in 1997 en 1998 bevestig zijn.



Voor de mosselzaadvestiging van 2001 vonden we geen sterke relatie met de kokkelvisserij-intensiteit van het jaar daarvoor. Indien kokkelvisserij specifiek is ten opzichte van abiotische milieufactoren, zou eveneens geen of hooguit een gering verband moet worden gevonden tussen mosselzaadvestiging en kokkelvisserij-intensiteit 2 jaar en 3 jaar daarvoor. In figuur 10 wordt de relatie weergegeven tussen mosselzaadvestiging in 2001 als functie van kokkelvisserij intensiteit voor de jaren 1998 t/m 2001.



*Figuur 10 De kans op mosselzaadval in 2001 als functie van de kokkelvisserij-intensiteit het jaar 1998 tot en met 2001. Opvallend is de sterke significante relatie voor 1999. De gestippelde lijn representeert het 95% betrouwbaarheidsinterval. Fish intensity= intensiteit van kokkelvisserij (% van het bevestig gebied in elke 50\*50 m cel); Probability of mussel recruitment= kans op aantreffen mosselzaad in de betreffende 50\*50 m gridcel. De steekproefgrootte is ongeveer 30.000 punten.*

Opvallend is de zeer sterke positieve relatie tussen kans op mosselzaadvestiging in 2001 en kokkelvisserij-intensiteit in 1999. Die gebieden die in 1999 bevestig zijn, blijken dus geschikte gebieden te zijn voor de vestiging van mosselzaad.

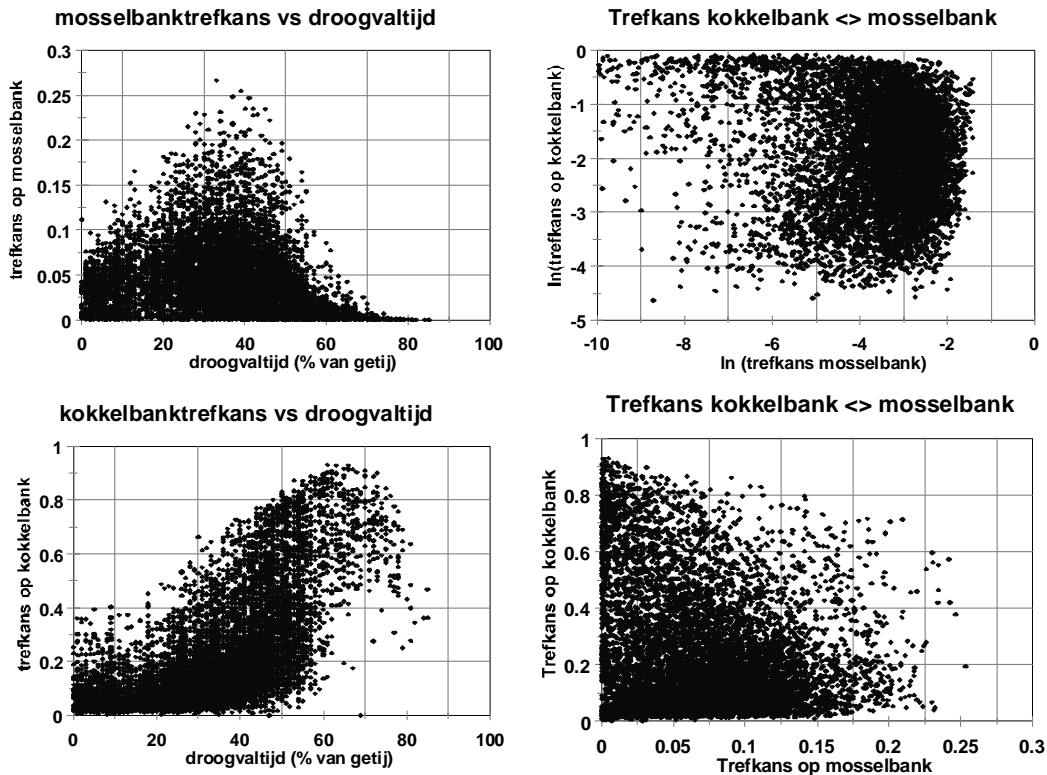
Deze uitkomst betekent dat niet de bevissing op zich, maar de kenmerken van de in 1999 bevestigde delen overeenkomen met die van gebieden die voor mosselzaad geschikt zijn.

### 7.2.7 Conclusie en discussie

Een van de onderzoeksopdrachten was te achterhalen in welke mate mosselzaad zich vestigt op kokkelbanken. In overeenstemming met EVA-II deelproject H3 (Kater et al, 2003) blijkt de vestiging van mosselzaad zowel statistisch gecorreleerd te zijn met het voorkomen van kokkelbanken als met de aldaar heersende abiotische milieufactoren. In de loop van de onderzochte periode van 1998 tot en met 2002 komen als gevolg van bevissing relatief steeds meer kokkels op de hogere delen voor. Een verschuivingspatroon dat ook zichtbaar is in de verschuiving van de kokkelvisserij-intensiteit naar deze hoge en iets slikkiger delen.

In 2001 is de voorkeur van mosselzaad om zich op kokkelbanken te vestigen niet groter dan in historische kokkelgebieden. Dit geeft aan dat de abiotische omstandigheden een belangrijke rol spelen bij de vestiging van mosselzaad (zie ook Brinkman *et al.* 2002a). Dit betekent dus ook dat kokkelvisserij alleen een direct nadelig effect op mosselzaadval kan hebben in die kokkelgebieden die gekenmerkt worden door abiotische factoren geschikt voor mosselzaadvestiging. De verschillende verhoudingen gevonden in deze studie zijn dus naar alle waarschijnlijkheid toe te schrijven aan een relatieve (minder op de lage/zandige delen en dus relatief meer op de hoge/slikkige delen) verschuiving van de verspreiding van kokkelbanken en de kokkelvisserij die van deze verspreiding afhangt.

Een van de opvallende resultaten is de sterke relatie tussen kans op mosselzaadval in 1999 en kokkelvisserij-intensiteit in 1998. Belangrijke vraag is of en in welke mate dit is toe te schrijven aan een daadwerkelijke causale relatie. In 2001 vinden we een tegenovergestelde en minder duidelijke relatie. Relateren we echter de mosselzaadval in 2001 aan de kokkelvisserij-intensiteit van de voorgaande jaren, dan vinden we een sterke positieve relatie tussen mosselzaadval en kokkelvisserij-intensiteit in 1999. In 2000 is er echter een negatieve relatie met kokkelvisserij-intensiteit. Dit duidt erop dat de gebieden die in 1999 bevist zijn gekenmerkt worden door bepaalde abiotische omstandigheden die geprefereerd worden door mosselzaadval. Het bestaan van een dergelijke relatie betekent ook dat de positieve relatie tussen mosselzaadval in 1999 en kokkelvisserij-intensiteit in 1998 in sterke mate bepaald kan worden door het feit dat er in die gebieden werd gevestigd die gekenmerkt worden door abiotische omstandigheden geprefereerd voor mosselzaadval.



Figuur 11 De trekvens op een kokkelbank en een mosselbank volgens de respectievelijke habitatkaarten (Kater et al, 2003; Brinkman & Bult, 2002), beide uitgezet tegen de droogvaltijd (in % van een getij). De trekvens op een mossel- en kokkelbank voor elke cel tegen elkaar uitgezet laat zien dat in sommige goede mosselbankgebieden de trekvens op kokkelbanken hoog kan zijn, maar ook erg lage trekvensen komen voor. De punten betreffen een random trekking van 10% uit al de beschikbare punten. De figuur rechtsboven is een logaritmische weergave van de figuur rechtsonder

### 7.3 Analyse uitgaande van kokkeldichtheden

In sectie 7.2 is de analyse behandeld waarin de bevissing op kokkelbanken in de jaren 1998-2001, en de mosselzaadval van 1999 en 2001 aan de orde kwamen. Bij die analyse is *geen* gebruik gemaakt van de mosselhabitatkaart (Brinkman & Bult, 2002). Ook zijn de mosselvestigingen van 1994 en 1996 niet in de analyse betrokken, omdat de kokkelbankkaarten op het moment van de analyse niet beschikbaar waren. In de RIVO-analyse (deel A) is dit opgevangen door uit de resultaten van de RIVO-surveys kokkelbankvoorkomens te destilleren.

In deze sectie 7.3 wordt van kokkeldichtheden zelf uitgegaan, plus de graad van bevissing op elke locatie van de Waddenzee. Onderzocht is welke factoren de locatie van vestiging van mosselzaad lijken te bepalen, en in welke mate bevissing een bijdrage aan die verklaring levert. Hierbij wordt Waddenzee-breed gekeken, en dus niet alleen naar kokkelbanken zelf. De dataset die bij de analyse is gebruikt betreft

een aselechte steekproef uit alle beschikbare gridcellen, ter grootte van 8% van het totaal aanwezige aantal, om gedeeltelijk een schijnnaauwkeurigheid als gevolg van de bestaande autocorrelatie teniet te doen, zoals aangegeven in sectie 7.2.1.

### **7.3.1 Waar liggen mosselbanken en kokkelbanken volgens de habitatkaarten?**

In figuur 11 (linker figuren) is aangegeven waar volgens de mosselhabitatkaart (Brinkman & Bult, 2002), en de kokkelhabitatkaart (Kater et al, 2003) de meest geschikte gebieden te vinden zijn, uitgezet tegen de droogvaltijd van een cel. De kokkelhabitatkaart is die welke gebaseerd is op analyses van de ligging van kokkelbanken in de periode 1998-2002. De figuur illustreert dat de meest geschikte locaties voor kokkelbanken vrij hoog op het wad te vinden zijn, terwijl de meest geschikte mosselbankgebieden zich lager op het wad -beneden de 50% droogvalduur- bevinden.

Tegen elkaar uitgezet (figuur 11, rechter figuren) wordt duidelijk dat goede mosselgebieden soms erg goede maar ook soms veel minder goede kokkelgebieden zijn, en omgekeerd.

### **7.3.2 Wat verklaart de ligging van mosselbanken, ofwel: draagt kokkelvisserij bij aan deze verklaring.**

Bij deze analyse is gekeken in hoeverre de mosselhabitatkaart de ligging van de mosselzaadbanken (uit 1994, 1996, 1999 en 2001, respectievelijk) verklaart, en wat de kokkelhabitatkaart, de kokkeldichtheidsverdeling, en de kokkelvisserij intensiteit aan deze verklaring bijdragen. De modelformuleringen zijn in bijlage 5.4 gegeven.

In tabel 14 is een overzicht van analysesresultaten gegeven waar het de bijdrage van elk van de variabelen aan de verklaarde variantie. De *vorm* van de relatie is in de bijlage 10 geschetst, en verderop samengevat.

Tabel 14 *Overzicht van de analyses naar het voorkomen van mosselzaadbanken. Weergegeven is welk deel van de waargenomen variantie verklaard wordt door een variabele.*

<b>Verklaarde deviantie</b>	geeft aan welk deel van de totale variantie ( <b>totale deviantie</b> ) door de analyse verklaard wordt. Dit is in het algemeen een betrekkelijk klein deel, maar omdat mosselbankvoorkomen binair is, kan ook niet een heel hoog getal verwacht worden.
<b>DVT:</b>	droogvalduur (% van de tijd)
<b>MosselHabitat:</b>	is de bijdrage van de mosselhabitatkaart (naar model uukumr12, zie Brinkman & Bult, 2002),
<b>VisIntensiteit</b>	geeft de bijdrage van de kokkelvisserij-intensiteit.
<b>KokHabitat:</b>	geeft aan wat de bijdrage is van de kokkelhabitatkaart (zie vgl. 9)
<b>Kokbiomassa</b>	geeft de bijdrage van de dichtheid aan kokkels (gram vers/m <sup>2</sup> )
<b>GeslGeb93</b>	omvat die 25% van het wad die na 1993 gesloten is geweest
<b>GeslGeb99</b>	zijn die delen van het wad (5% van het totaal oppervlak) die vanaf 1999 gesloten zijn voor visserij,

Al de bijdragen zijn apart bepaald.

Wanneer ál de bijdragen bij elkaar worden opgeteld is de som ook hoger dan hetgeen daadwerkelijk maximaal verklaard wordt. Dit is een gevolg van het feit dat sommige variabelen ook in andere variabelen verwerkt zijn, zoals Droogwad verwerkt is in de mosselhabitatkaart uukumr12.

	1994		1996		1999		2001	
<b>Total deviantie</b>	2128	%	1005	%	1455	%	2946	%
<b>Verklaarde deviantie</b>	421	19,8	91,4	9,1	249	17,1	444	15,1
<b>Bijdrage aan verklaring:</b>	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%
<b>DVT</b>	197	46,8	79,4	86,9	68	27,3	270	60,8
<b>Mosselhabitat</b>	7	1,7	18	19,7	23	9,2	32	7,2
<b>Visintensiteit</b>	32	7,6	5	5,5	49	19,7	7	1,6
<b>Kokhabitat</b>	63	15,0	61,3	67,1	58	23,3	22	5,0
<b>Kokbiomassa</b>	20	4,8	1	1,1	55	22,1	154	34,7
<b>GeslGeb93</b>	27	6,4	1	1,1	43	17,3	76	17,1
<b>GeslGeb99</b>	112	26,6	0	0,0	14	5,6	2	0,5

In de jaren 1994, 1999 en 2001 is er een sterk positieve relatie tussen de trefkans op een mosselbank en de voorspelling van die trefkans volgens de mosselhabitatkaart. Een sterke relatie wordt ook verwacht; de mosselhabitatkaart is om die reden ook geproduceerd. In het jaar 1996 was dit verband niét erg duidelijk. In de jaren 1994 en 1999 is er eveneens een sterk positieve relatie tussen de kans op een mosselbank en de voorspelling volgens de kokkelhabitatkaart, maar in 1996 is die relatie minder sterk en juist negatief. In goede kokkelgebieden (volgens de kokkelkaart) wordt juist een lagere kans op mosselzaadval berekend. In 2001 is de relatie zo goed als afwezig. Wordt echter gekeken naar de bijdragen van elke variabele afzonderlijk aan het totale model dan valt op dat de kokkelhabitatkaart steeds meer verklaart dan de mosselhabitatkaart (al is de relatie tussen kokkelhabitatkaart en mosselzaadval soms negatief).

De intensiteit van de visserij levert in de jaren 1994 en 1996 geen significante bijdrage aan de verklaarde variantie, maar in 1999 en 2001 wel. In 1999 lijkt visserij een positieve bijdrage te leveren (zie Fig. 13), maar in 2001 lijkt een geringe visserij gunstig, maar een sterke visserij negatief voor de mosselzaadval.

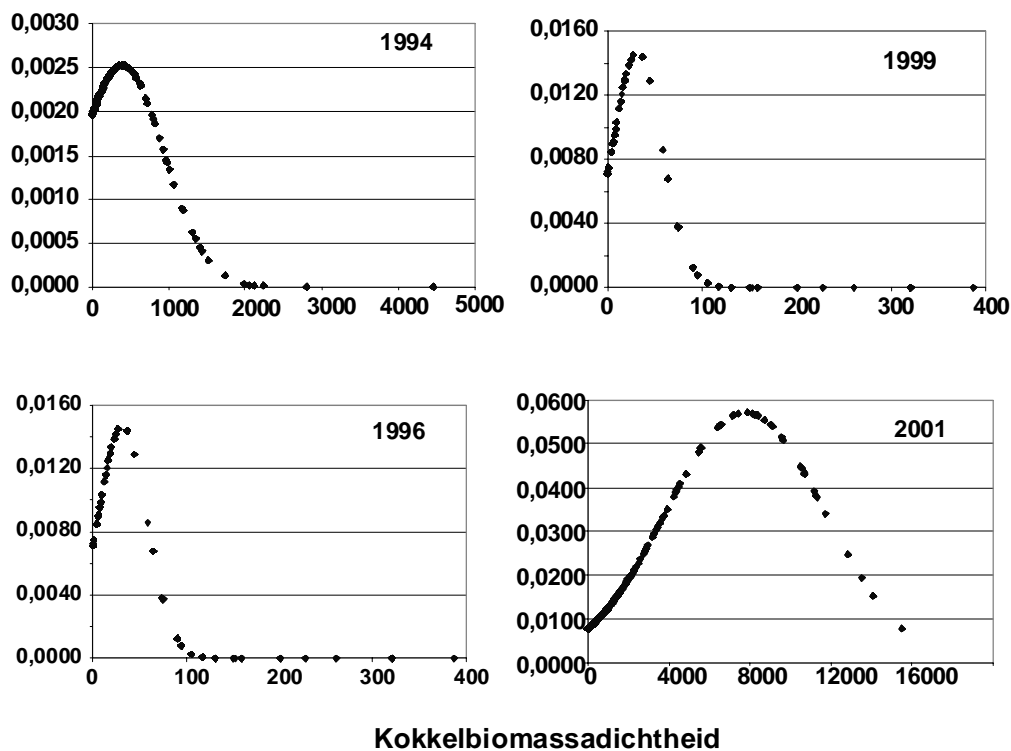
Kokkelbiomassadichtheid toont in al de 4 jaren eenzelfde soort verband met de locatie van de mosselzaadval (Fig. 12), maar levert vooral in de jaren 1999 en 2001 ook een belangrijke bijdrage aan de verklaarde variantie. De grafiek voor kokkelbiomassa versus kans op mosselzaadval heeft een telkens een optimum bij een relatief lage kokkelbiomassa-dichtheid, maar in absolute zin verandert de plek van de top met het bestand: bij een laag bestand ligt het optimum bij een lage waarde, bij een groot bestand bij een hoge waarde. Vermoedelijk zijn habitatomstandigheden doorslaggevend, en niet de kokkelbiomassadichtheid op zich.

In sectie 7.2 is gevonden dat de aanwezigheid van kokkelbanken in 1998 gunstig uitvalt voor mosselzaadvestiging in 1999, maar ook (Fig. 9) dat een sterke bevissing samenvalt met een hoge kans op mosselzaadval. Dat wordt nu weer gevonden.

In 2001 vindt erg hoog op de platen bevissing plaats, en lijkt sterke bevissing negatief uit te pakken voor mosselzaadvestiging, evenals een hoge kokkeldichtheid. In sectie 7.2 werd voor 2000/2001 geen verband tussen bevissing en mosselzaadval gevonden.

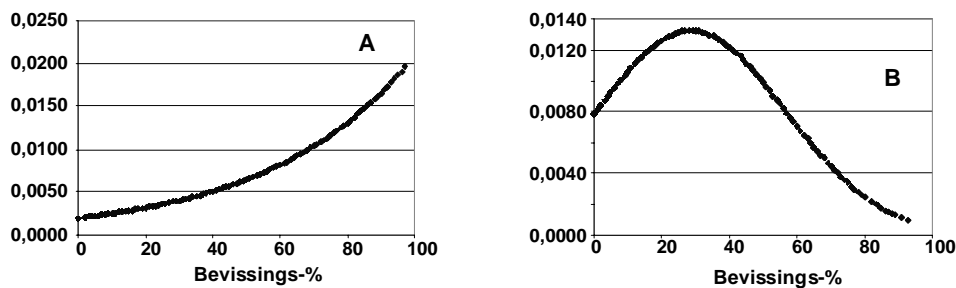
Het beeld over de jaren lijkt enigszins te suggereren dat een geringe kokkelvisserij-intensiteit gunstig uitpakt voor mosselzaadvestiging, maar dat een hoge kokkelvisserij intensiteit negatief is voor mosselzaadvestiging, behalve wanneer er erg hoge kokkeldichtheden zijn. In 1996 is er geen effect gevonden. In 1994 zou het mosselzaad in veel gevallen op schelpkokerwormen gevallen zijn (med. N. Dankers/J. de Vlas). Het is niet zonder meer aan te geven op welke wijze bevissing daar dan een rol kan hebben gespeeld.

### Trefkans op mosselzaadbank, naar model



Kokkelbiomassadichtheid

Figuur 12 Resultaten analyses. Weergegeven is de berekende trefkans op een mosselzaadbank in het betreffende jaar afhankelijk van de kokkeldichtheid. Voor de overige variabelen zijn steeds de (ongeveer) gemiddelde waarden aangehouden. Kokkeldichtheid is belangrijk in 1999 en 2001, maar verklaart maar een klein deel van de variantie in 1994 en 1996. Zie tabel 14 en bijlage 8 voor een overzicht



Figuur 13 Resultaten analyses. Weergegeven is de berekende trefkans op een mosselzaadbank in het betreffende jaar afhankelijk van de visserij-intensiteit in het voorgaande jaar. Voor de overige variabelen zijn steeds de (ongeveer) gemiddelde waarden aangehouden. Zie tabel 14 en bijlage 8 voor een overzicht. Linker figuur (A): kokkelvisserij in 1998, kokkelsurvey 1999, mosselbanken 1999/2000. Rechter figuur (B): kokkelvisserij in 2000, kokkelsurvey 2001, mosselbanken 2001/2002. Visserij is in de overige twee jaren niet significant.

## 7.4 Conclusies

De analyses, zowel die gebaseerd op kokkelbanken als die gebaseerd op kokkeldichtheden, geven aan dat als er al een verband tussen bevissing en mosselzaadval te identificeren is, dat vermoedelijk positief is als er hoge kokkeldichtheden zijn en de kokkelvisserij-intensiteit hoog is. Als de kokkeldichtheid relatief laag is, is sterke bevissing negatief. Een geringe kokkelvisserij-intensiteit lijkt geen erg grote effecten te hebben op mosselzaadvestiging. Over het geheel genomen verklaart de mate van bevissing maar een betrekkelijk klein deel van de variantie in de ligging van de mosselzaadbanken

De relatie tussen mosselzaadval en kokkeldichtheid lijkt een merkwaardige. De vorm van de curve is steeds dezelfde, maar de kokkeldichtheid waarbij het maximum bereikt wordt verschuift van eenlage waarde in jaren met weinig kokkels naar een hoge in jaren met veel kokkels. Het meest waarschijnlijk lijkt ons dat het verband wel statistisch bestaat maar niet oorzakelijk is.

Dit zelfde geldt vermoedelijk voor het verband tussen mosselzaadval en bevissingsintensiteit. Het feit dat in sectie 7.2 een sterk verband gevonden werd tussen de mosselzaadval in 2001 en de bevissing in 1999 en veel minder met de bevissing in 2000 geeft ook aan dat we erg voorzichtig moeten zijn met conclusies.



## **DEEL C**

### **Gezamenlijke conclusies**



## 8 Gezamenlijke conclusies

Bij de uiteindelijke interpretatie van de resultaten van deze correlatieve studie moet bedacht worden dat we gebruik gemaakt hebben van grootschalige, Waddenzeebrede gegevens. Met dergelijke data kan een algemeen beeld gevormd worden, maar informatie op detailniveau kan hier niet aan ontleend worden. Het doel, het doorspitten van een aantal grote datasets om uit te vinden of er op basis van die gegevens een verband te identificeren valt tussen (de mate van) bevissing van een kokkelgebied, en de vestiging van mosselzaad in de er op volgende zomer, is volgens ons wel bereikt. De in dit onderzoek gevonden statistische verbanden zijn echter niet noodzakelijkerwijs ook causale verbanden.

### 8.1 Is er een relatie tussen kokkelvisserij en ligging van mosselzaadbanken

De in dit rapport uitgevoerde analyses op kokkelbanken (deel A) laten zien dat wanneer de informatie van alle jaren tegelijk wordt geanalyseerd, kokkelvisserij geen betere of slechtere omgeving voor mosselzaad schept. Maar er zijn jaren met positieve, en jaren met negatieve relaties te onderscheiden. Wordt naar mosselzaadval en de intensiteit van de bevissing op kokkelbanken gekeken, dan is de uitkomst analoog. Wordt naar de mate van verklaring voor een mosselzaadbanklocatie gekeken, dan draagt visserij daar in 1999 en in 2001 aan bij. Het effect van visserij lijkt deels gunstig, deels ongunstig.

*Tabel 15 Samenvatting effecten visserij-intensiteit.*

Let wel: in deel A zijn gebieden als kokkelbank geïdentificeerd aan de hand van de waargenomen kokkeldichtheden, en daarom zijn de analyses ook voor 1994 en 1996 uitgevoerd, en in deel B is uitgegaan van de ingetekende kokkelbankcontouren zoals door de sector was waargenomen. Die data waren voor 1994 en 1996 nog niet bekend, en daarom zijn die analyses voor 1994 en 1996 niet uitgevoerd.

Jaar\Deel-onderzoek	A: Zaadval op kokkelbanken (Sectie 4.4)	B Zaadval en voorkomen kokkelbanken (Sectie 7.2.6)	C Zaadval en bevissingsintensiteit (Sectie 7.3)
1994	Niet significant	Analyse niet uitgevoerd	Niet significant
1996	Significant, negatief	Analyse niet uitgevoerd	Niet significant
1999	Significant positief	Significant positief	Significant positief
2001	Niet significant	Niet significant	Significant, positief bij lage intensiteit, negatief bij hoge intensiteit

In tabel 15 worden de resultaten van de drie deelonderzoeken samengevat

Kokkelbiomassadichtheid is steeds gecorreleerd met de locaties waarop mosselzaad valt. Het lijkt er echter op dat daar geen oorzakelijk verband aanwezig is, maar een samenloop van omstandigheden (habitat, geografie). En het is niet onwaarschijnlijk dat die schijnsamenhang ook bij de relatie tussen visserij-intensiteit en mosselzaadval aanwezig is. Dit idee wordt sterk gevoed door de constatering dat er een sterk

positief verband wordt gevonden tussen de mosselzaadval in 2001 en de bevissing in 1999 (twéé jaar ervoor), terwijl er geen of nauwelijks verband bestond met de bevissing één jaar ervoor.

In de loop van 1998-2002 is er steeds hoger in de getijdenzone gevist. Wanneer de beviste positie in de getijdenzone samenvalt of juist niet samenvalt met de er op volgende mosselzaadval, dan kan een positief of negatief verband worden ontdekt, zonder dat er een causaal verband is.

## **8.2 Heeft kokkelvisserij een effect op de mosselbiomassa**

Er bleek geen significante correlatie te bestaan tussen de kokkelvisserij intensiteit in het jaar voor zaadval en de biomassa in het voorjaar na mosselzaadval. Ook droeg kokkelvisserij-intensiteit niet bij aan het verklaren van de variantie in de mosselbiomassa. De mosselbiomassa werd vooral bepaald door een tweetal abiotische factoren (mediane korrelgrootte en stroomsnelheid), en door het al dan niet sluiten van een gebied. Uit de analyse bleek de biomassa in gesloten gebied significant hoger te zijn dan in opengesteld gebied.

## **8.3 Heeft kokkelvisserij een effect op de winteroverleving**

Of een mosselzaadbank de winter na zaadval zal overleven hangt niet af van de mate waarin op het gebied was gevist in het jaar voor zaadval. Ook was de winteroverleving in gesloten gebied niet beter of slechter dan de overleving in opengesteld gebied

## Referenties

- Altukhov Y.P., 1994. Genetic consequences of selective fishing. *Genetica* 30 (1): 5-21.
- Armonies, W., 1998. Driftendes Benthos im Wattenmeer: Spielball der Gezeitenströmungen? In Gätje, Ch & K. Reise (eds). *Ökosystem Wattenmeer. Austausch-, Transport- und Stoffumwandlungsprozesse*. Springer Verlag pp. 473-498
- Banerjee, N., 2000. Script Create Map Grid Theme. Download van <http://arcsripts.esri.com>.
- Bosschieter, J.R, 1981. Inventarisatie van ecologisch kwetsbare gebieden langs de Nederlandse kust. Deelproject II: vissen en benthos. Rapport NZ-R-81.33 Directie Noordzee, Rijkswaterstaat, Den Haag.
- Bouma H, J.M.C. Duiker, P.P. de Vries, P.M.J. Herman & W.J. Wolff, 2001. Spatial pattern of early recruitment of *Macoma balthica* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.) in relation to sediment dynamics on a highly dynamic intertidal sandflat. *Journal of sea Research* 45 (2): 79-93.
- Brinkman. A.G., M. van Stralen, 1999. Toelichting habitatkaart stabiele mosselbanken Waddenzee. IBN-DLO & RIVO-DLO. Bijlage bij brief van Staatssecretaris van LNV G.H. Faber aan Voorzitter Vaste Commissie voor LNV Tweede Kamer Staten Generaal dd 1 maart 1999, bij Beleidsbesluit Schelpdiervisserij Kustwateren 1999-2003
- Brinkman, A.G., N. Dankers & M. van Stralen, 2002. An analysis of mussel bed habitats in the Dutch Wadden Sea. *Helgoland Marine Research* 56: 59-75
- Brinkman, A.G. & T. Bult, 2002. Geschikte eulitorale gebieden in de Nederlandse Waddenzee voor het ontstaan van stabiele natuurlijke mosselbanken. *Alterra/RIVO*. Alterra-rapport 456, 306 pp.
- Bult T.P. & J.J. Kesteloo, 2001. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2001. RIVO rapport C041/01.
- De Vlas, J., 1982. De effecten van de kokkelvisserij op de bodemfauna van Waddenzee en Oosterschelde. RIN-rapport 82/19, Texel.
- Ens, B.J., R. Lanfers & A.C. Smaal., 2000. Onderzoeksplan EVA-II, evaluatie scheldiepvisserij 2<sup>e</sup> fase. Werkdocument Alterra/RIKZ & RIVO, Wageningen/Den Haag/Yerseke.

Ens B.J., S. Dirksen, C.J. Smit, A.J. Bunscoeke, 1996. Seasonal changes in size selection and intake rate of Oystercatchers *Haematopus ostralegus* feeding on the bivalves *Mytilus edulis* and *Cerastoderma edule*. *ARDEA* 84A: 159-176 Sp. Iss.

ESRI, 2000. ArcView 3.2a. ESRI, USA.

Gardmark A., U. Dieckmann, P. Lundberg, 2003. Life-history evolution in harvested populations: the role of natural predation. *EVOLUTIONARY ECOLOGY RESEARCH* 5 (2): 239-257.

Hastie, T. and R. Tibshirani, 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman & Hall, London.

Hiddink, J.G., 2003. Effects of suction-dredging for cockles on non-target fauna in the Wadden Sea. *J. Sea Res.* 50: 315-323

Hilton C., S.J. Walde, M.L. Leonard, 2002. Intense episodic predation by shorebirds may influence life history strategy of an intertidal amphipod. *OIKOS* 99 (2): 368-376.

Huxham M., M. Richards, 2003. Can postlarval bivalves select sediment type during settlement? A field test with *Macoma balthica* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.). *JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY* 288 (2): 279-293.

Johnstone I., K. Norris, 2000. The influence of sediment type on the aggregative response of oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, searching for cockles, *Cerastoderma edule*. *OIKOS* 89 (1): 146-154.

Kamermans, P. & J. Kesteloo-Hendrikse, 2002. Schattingen van groei en sterfte van de kokkel ten behoeve van de extrapolatie van voorjaarsinventarisaties naar bestandsgroottes in het najaar. RIVO-rapport 2002 (in prep)

Kamermans P., E. Schuiling, D. Baars & M. Van Riet, 2003a. Deelproject A1: Visserij inspanning. RIVO-rapport C057/03. 97 pp.

Kamermans P., J. Kesteloo & D. Baars, 2003b. Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. Concept eindrapport H2.

Kater B.J. & D. den Os, 2001. Het mosselbestand op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2000. RIVO rapport C069/01.

Kater B.J., 2002. Het mosselbestand op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2002. RIVO rapport C056/02.

Kesteloo-Hendrikse, J.J. & M.R. van Stralen, 1995. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, de Westerschelde, de Waddenzee en de Voordelta in 1995. RIVO rapport.

Leopold M.F., R.K.H. Kats & B.J. Ens, 2001. Diet (preferences) of Common Eiders *Somateria mollissima*. Wadden Sea Newsletter 2001-1: 25-31

Leopold, M.F., E.M. Dijkman, J.S.M. Cremer, A. Meijboom & P. Goedhart, 2003. EVA-II rapport C1/3. De effecten van mechanische kokkelvisserij op de benthische macrofauna en hun habitat. Alterra-rapport in prep.

Mascaro M. & R. Seed, 2001. Choice of prey size and species in *Carcinus maenas* (L.) feeding on four bivalves of contrasting shell morphology. *HYDROBIOLOGIA* 449 (1-3): 159-170.

Nehls G., 1991. Eiderenten im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. *Corax* 14(3): 1-66

Nehls G., 1995. Strategien der Ernährung und ihre Bedeutung für Energiehaushalt und Ökologie der Eiderente (*Somateria mollissima* (L., 1758)). PhD thesis, Christian-Albrechts Universität, Kiel. 173 pp.

Piersma, T. & A. Koolhaas, 1997. Shorebirds, shellfish(eries) and sediments around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. Texel: Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ).

Productschap Vis, 2000. Beheersplan schelpdiervisserij kustwateren 1999-2003: Waddenzee en Oosterschelde.

Richards M.G., M. Huxham, A. Bryant, 1999. Predation: a causal mechanism for variability in intertidal bivalve populations. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY* 241 (2): 159-177.

Richardson C.A., I. Ibarrola, R.J. Ingham, 1993. Emergence pattern and spatial-distribution of the common cockle *cerastoderma edule*. *MARINE ECOLOGY-PROGRESS SERIES* 99 (1-2): 71-81.

Strasser M, Reinwald T. & K. Reise, 2001. Differential effects of the severe winter of 1995/96 on the intertidal bivalves *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria* in the Northern Wadden Sea. *HELGOLAND MARINE RESEARCH* 55 (3): 190-197.

Swennen C., 1976. Populatiestructuur en voedsel van de Eideereend *Somateria mollissima* in de Nederlandse Waddenzee. *Ardea* 64: 250-256.

SYSTAT, 1998. Systat version 9.0. SPSS Inc

Urrutia M.B., J.I.P. Iglesias, E. Navarro & J. Prou, 1996. Feeding and absorption in *Cerastoderma edule* under environmental conditions in the Bay of Marennes-Oleron (western France). *JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM* 76 (2): 431-450.

Van der Veer H.W., R.J. Feller, A. Weber, J.I.J. Witte, 1998. Importance of predation by crustaceans upon bivalve spat in the intertidal zone of the Dutch Wadden Sea as revealed by immunological assays of gut contents. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY* 231 (1): 139-157.

Van Stralen, M. R. and J. J. Kesteloo-Hendrikse, 1997. Het kokkelbestand in de Oosterschelde, de Westerschelde, de Waddenzee en de voordelta in 1997. RIVO rapport.

Verwey, J., 1952. On the ecology of distribution of cockle and mussel in the Dutch Waddensea, their role in sedimentation, and the source of their food supply. *Arch. Neerlandaises de Zool.* 10: 172-239.

Wanink J.H. & L. Zwarts, 1993. Environmental-effects on the growth-rate of intertidal invertebrates and some implications for foraging waders. *NETHERLANDS JOURNAL OF SEA RESEARCH* 31 (4): 407-418.

Wood, 2000. Modelling and Smoothing Parameter Estimation with Multiple Quadratic Penalties. *JRSSB* 62(2):413-428

Wood, 2001. mgcv:GAMs and Generalized Ridge Regression for R. *R-News* 1(2):20-25

Zwarts L., B.J. Ens, J.D. GossCustard, J.B. Hulscher, Durell, 1996. Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *ARDEA* 84A: 229-268 Sp. Iss.



## Bijlagen



## Bijlage 1 Betekenis van de percentages bevissing

In het kader van de Evaluatie van de Structuurnota Kust- en Schelpdiervisserij is gerekend aan de bevissingsgraad van gebieden in de Waddenzee.

Schelpdiervissers in de Waddenzee houden met behulp van 'black boxes' hun positie en vaarsnelheden bij, en aan de hand van die gegevens is na te gaan waar hoe lang gevist is.

Door het bureau DCI Meettechniek B.V. te Kapelle zijn de gegevens bewerkt. Hierbij is van basisgebieden uitgegaan van 0.1' breedte en 0.1' lengte. Op de breedtegraad waarop de Waddenzee ligt is dit een gebied ter grootte van  $185.2 * 185.2 \cos(52^\circ) \text{ m}^2$ , ofwel  $2.11 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ . De vissnelheid van schepen bedraagt hierin  $6.7 \text{ km h}^{-1}$ , ofwel  $1.86 \text{ m s}^{-1}$ . De schepen vissen met twee zuigkorven ter breedte van 1 m elk, of met één korf van 1.25 m breed. Het eerste is standaard, en daar is door DCI verder van uitgegaan.

De kans  $P_{wb}$  dat een gebied bevist is, is derhalve

$$P_{wb} = 1 - \exp\left(-\frac{vbt}{A}\right) \quad (1)$$

waarin

$v$  = vissnelheid ( $1.86 \text{ m s}^{-1}$ )

$b$  = korfbreedte (1 m)

$A$  = grootte van een gebied ( $2.11 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ )

De fractie niet-bevist  $P_{nb}$  is dus

$$P_{nb} = \exp\left(-\frac{vbt}{A}\right) \quad (2)$$

Dit kan natuurlijk over meerdere jaren worden berekend; er geldt, als  $P_{nb,j}$  het onbeviste deel is in jaar  $j$ , voor het totale onbeviste deel over 5 jaren  $P_{nb,5}$

$$P_{nb,5} = \prod_{i=1}^5 P_{nb,i} \quad (3)$$

en het gedeelte bevist  $P_{wb,5}$  volgt dan direct met

$$P_{wb,5} = 1 - P_{nb,5} \quad (4)$$

Een belangrijk uitgangspunt bij deze wijze van berekenen is dat er volstrekt willekeurig wordt gevist. Dat houdt dus in wezen in dat verondersteld wordt dat de visser steeds maar weer kleine stukjes bevist zonder in de gaten te hebben of hier al eens geweest is. In de praktijk is dat natuurlijk niet zo; zeker niet als het vissen begint. De eerste raaien zal hij zo goed mogelijk proberen te vissen op steeds maar weer onbeviste stukken wad. Pas na verloop van enige tijd zal hij steeds vaker al beviste

stukken wad tegen komen. Maar dit is dus niet in de berekeningen opgenomen. In tabel 16 is een overzicht gegeven van de bevissing in de jaren 1992-1996, zoals berekend uit praktijkdata door DCI.

Van belang is het om te weten wat een bepaalde bevissingsgraad betekent voor een gebied. Wanneer 90% van een blok bevestigd is, en dus 10% nooit bevestigd is, moeten andere delen veel vaker bevestigd zijn.

Omrekening uit (2) geeft de tijd  $t$  die nodig is om tot een bepaalde fractie onbevestigd te komen:

$$t = -\ln(P_{nb}) \frac{A}{vb} \quad (5)$$

Tabel 16. Door kokkelvisserij beroerd gebied in de periode 1992-1996 (cumulatief). Kolom 2 geeft aan welk oppervlak bevestigd is geweest met een intensiteit zoals aangegeven in kolom 1. In kolom 3 staat vermeld welk deel werkelijk geraakt is geweest door een viskor. Dit komt overeen met  $P_{nb,5}$  uit vgl. 4.% bevestigd

Opp in km2 dat bevestigd is		Som vakken	Werkelijk opp. beroerd
min	max	Opp vak	Opp echt
2	10	72.43	4.35
10	20	34.23	5.13
20	30	21.58	5.40
30	40	17.38	6.08
40	50	14.99	6.75
50	60	14.38	7.91
60	70	13.49	8.77
70	80	15.48	11.61
80	90	14.21	12.08
90	100	16.62	15.79
<b>Som</b>	234.79	83.86	km <sup>2</sup>

In tabel 17 is aangegeven wat de vistijd is bij een aantal fracties bevestigd gebied, en welk oppervlak daarbij door de boten is bevestigd, ongeacht of dat nu 1 maal of vele malen is geweest.

Tabel 17. Nodige vistijd om een bepaalde bevissingsgraad te realiseren. Het gebied dat daarbij overvaren wordt, is in de laatste kolom vermeld, als m<sup>2</sup> bevestigd / m<sup>2</sup> gebied.

Bevissingsgraad %	t (sec)	Opp bevestigd (m2)	Gemiddeld bevestigd vak
10	1195	2223	0.11
20	2531	4708	0.22
30	4046	7526	0.36
40	5795	10778	0.51
50	7863	14625	0.69
60	10394	19334	0.92
70	13658	25404	1.20
80	18258	33959	1.61
90	26121	48585	2.30
95	33984	63210	2.99

Om een hoge bevissingsgraad te bereiken moet meer dan evenredig vaak een gebied bezocht worden. Berekend kan worden wat de kans is dat een willekeurig deelgebiedje N maal bevist wordt. Wanneer bevissen beschouwd wordt als een voortdurende bemonstering van het gebied A ( $2.11 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ ) dat bestaat uit M deelgebiedjes van (de monstergrootte) B ( $\text{m}^2$ ), geldt dat de trefkans  $\Gamma = M(-)$ , en de kans op X treffers  $p(X)$  bij N bemonsteringen een binomiale kansverdeling:

$$p(X) = C_x \cdot \Gamma^X (1 - \Gamma)^{(N-X)} \quad (6)$$

$M = \Gamma = A/B$  is een geheel getal.

Voor de coëfficiënten  $C_x$  geldt

$$C_x = \frac{N!}{X! \cdot (N - X)!} \quad (7)$$

Om een nette berekening te kunnen maken, moet N gekozen worden (zeg 30), waarna  $\Gamma (=M)$  berekend kan worden. Als een 90% bevissing (=10% niet bevissing) moet plaats vinden, moet gelden voor het geval dat er geen treffers zijn

$$\text{kans op 0 treffers} = (1 - \Gamma)^N$$

Immers als  $X=0$ , is  $C_x=1$  en  $\Gamma^0=1$ .

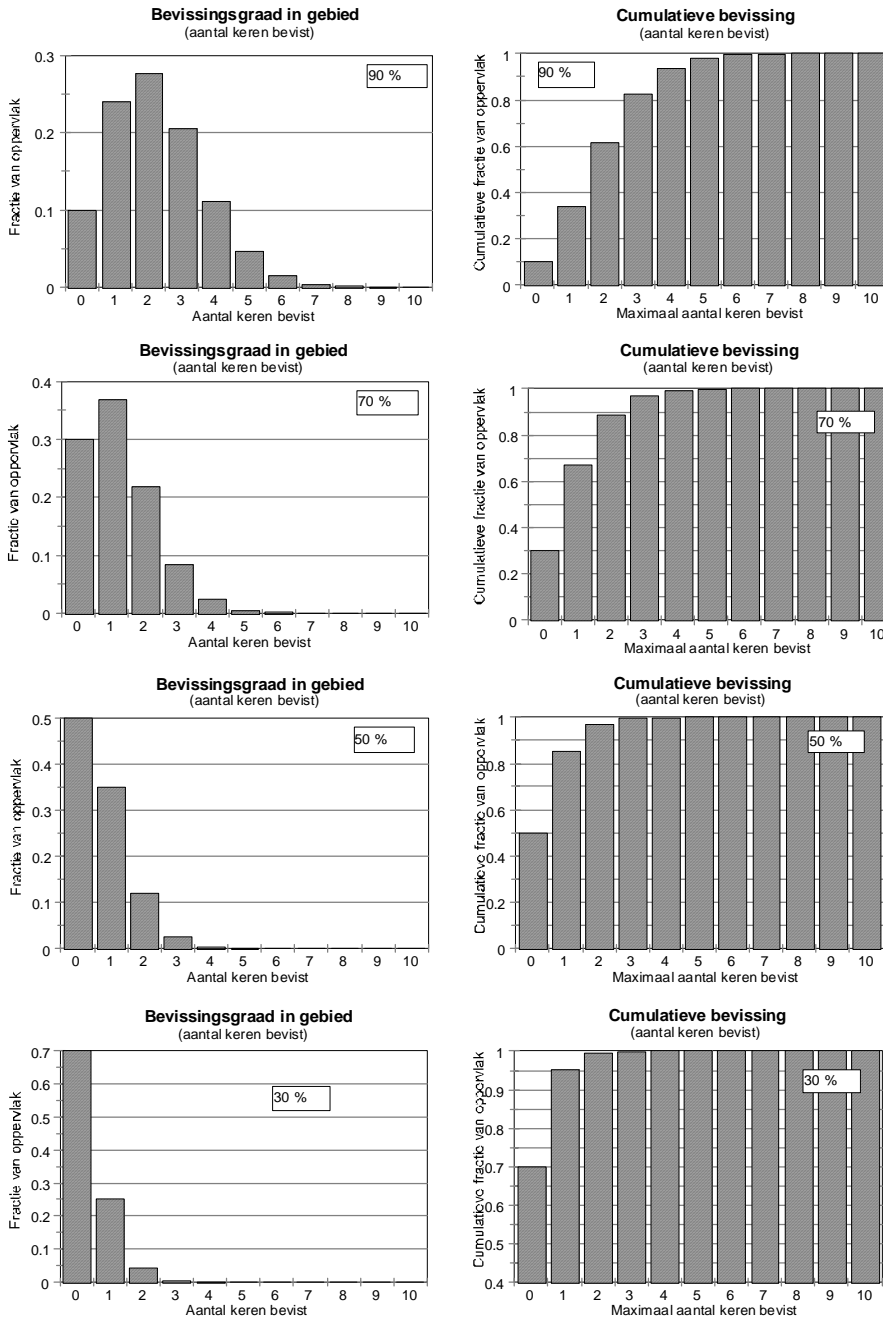
In de tabel 17 is aangegeven wat de trefkansen zijn voor elk deelgebiedje in zo'n vak van  $2.11 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ . Het totaal moet op 1.0 uitkomen; de kans dat een gebied vaker dan 8 maal bevist wordt is in deze tabel niet meer relevant.

Het totaal beviste oppervlak is in de laatste kolom vermeld; in totaal wordt 2.21 maal het gehele vak van  $2.11 \cdot 10^4 \text{ m}^2$  bevist. Dit getal moet overeenstemmen met het overeenkomstige getal in tabel 17, wat gelijk is aan 2.30. Het verschil wordt veroorzaakt door de keuze voor  $N=30$ . Voor  $N \rightarrow \infty$  worden beide getallen ook precies gelijk.

Tabel 18 Berekende kans op X keer bevissen van een willekeurig gebied, wanneer het gehele gebied voor 90% bevist is geweest

Keren bevist (X)	Kans op X keer bevissen	Cumulatieve kans	Aantal treffers * kans	Cumulatief
0	1.00E-01	0.1000	0.00E+00	0,00
1	2.40E-01	0.3396	2.40E-01	0,24
2	2.77E-01	0.6169	5.55E-01	0,79
3	2.06E-01	0.8231	6.19E-01	1,41
4	1.11E-01	0.9339	4.43E-01	1,86
5	4.58E-02	0.9796	2.29E-01	2,08
6	1.51E-02	0.9947	9.08E-02	2,18
7	4.11E-03	0.9989	2.88E-02	2,20
8	9.33E-04	0.9998	7.47E-03	2,21
9	1.80E-04	1.0000	1.62E-03	2,21
10	2.97E-05	1.0000	2.97E-04	2,21
11	4.25E-06	1.0000	4.67E-05	2,21

In figuur 14 zijn de trefkansen weergegeven, voor 30, 50, 70 en 90% bevissingsgraad.



Figuur 14 Aantal malen dat een deelgebied bevestigd is, wanneer het totale gebied een bevissingsgraad van 90, 70, 50 resp. 30% heeft. Links: kans op X malen bevestigd, rechts: cumulatief.





## Bijlage 2 Pilot voor deel A

Voordat de definitieve analyses uit deel A zijn uitgevoerd is gestart met een pilot. In de pilot is onderzocht of:

- de grootte van het kokkelgrid effect heeft op de resultaten van de analyse, en voor welk kokkelgrid gekozen moet worden;
- de resultaten afhankelijk zijn van de vraag of een gridcel als “bevist vak” wordt aangemerkt bij een bevissing van 1% of hoger, 10% of hoger, of 25% of hoger.

Deze bijlage geeft een overzicht van de resultaten van de pilot.

Alle kokkelsurveys uitgevoerd door het RIVO tussen 1990 en 2001 in het voor- en najaar zijn in een GIS ondergebracht. Vervolgens zijn die punten geselecteerd waarop in deze periode kokkels zijn aangetroffen. Deze kokkelpunten zijn samen in één kaart ondergebracht.

Uit het mosselbanken bestand van het najaar van 1994, 1996, 1999 en 2001 zijn de zaadbanken geselecteerd en apart opgeslagen. Daarna is per bank gecontroleerd of het hier inderdaad een zaadbank betrof. Deze controle is uitgevoerd met behulp van de mosselbank opnamen uit het voorgaande voorjaar. Voor het jaar 1994 kon deze controle, wegens het ontbreken van gegevens uit het voorjaar van 1994, niet plaats vinden. Deze selectie is gebruikt om de analyses mee te doen.

Kokkelvisserij activiteiten worden geregistreerd middels een black-box, welke aanwezig is aan boord van ieder kokkelschip. Met deze black box worden onder meer bevissingspercentages opgeslagen. De bevissingspercentages uit de periode 1992-2001 zijn voor de pilot gebruikt.

Om te kunnen analyseren of er een relatie is tussen kokkelvisserij en plaats van mosselzaadval is er over de gehele Waddenzee een grid gecreëerd. Per gridcel is gekeken of er in deze cel een kokkelpunt viel of niet. Wanneer dit het geval was maakt de cel deel uit van het kokkelgrid. Op deze wijze worden de met een hogere dichtheid bemonsterde kokkelgebieden niet zwaarder in de analyse meegeteld. Per kokkelgridcel is in ArcView gekeken of er in deze cel een (deel van een) mosselzaadbank lag, en of er in deze cel gevist was in het jaar voorafgaande aan zaadval. Dit resulteert in twee kolommen met “ja” of “nee”. Voor de pilot is voor alle jaren hetzelfde kokkelgrid gebruikt, pas tijdens de definitieve analyse vindt verfijning van jaar tot jaar plaats.

Om effecten van de grootte van de gridcellen uit te sluiten zijn pilot analyses met drie grids uitgevoerd, namelijk een grid van 250\*250 meter, een grid van 500\*500 meter, en een grid van 1000\*1000m. Om de vraag of er een significante afhankelijkheid kan worden aangetoond tussen plaats van mosselzaadval en kokkelvisserij in het voorafgaande jaar zijn analyses uitgevoerd met een  $\chi^2$  toets voor onafhankelijkheid.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van het softwarepakket SYSTAT 9.0. Wanneer de p-waarde kleiner is dan 0.05 worden kokkelvisserij en plaats van mosselzaadval als niet onafhankelijk beschouwd. Op basis van het verwachte en werkelijk aantal gevonden mosselzaadbanken wordt gekeken of de kokkelvisserij positief of negatief werkt op de zaadval.

Tabel 19 laat de gevonden p-waarden zien. Op basis van de resultaten is verder gerekend met een grid van 250m x 250m.

Tabel 19. Resultaten (p-waarden) van de twaalf  $\chi^2$  toetsen, waarin de afhankelijkheid tussen kokkelvisserij en mosselzaadval werd getoetst.

	Gridcelgrootte 250m x 250m	500m x 500m	1000m x 1000m
1994	0.177	0.644	0.468
1996	0.062	0.013	0.536
1999	0.000	0.006	0.008
2001	0.020	0.012	0.004

De tabel 19 laat zien dat er niet heel veel verschillen optreden tussen de verschillende grids. In grote lijnen lijkt het er op dat hoe kleiner de gridcel, des te groter de kans op een significant effect. Voor de definitieve analyse is gebruik gemaakt van het 250m \* 250m grid.

Bij kokkelvisserij is onderscheid gemaakt tussen cellen waar gemiddeld 1% of meer gevist is, waar 10% of meer gevist is, en waar 25% of meer gevist is. Per jaar is per kokkelgridcel in ArcView gekeken of er in deze cel een (deel van een) mosselzaadbank lag, en of er in deze cel gevist (voor alle drie percentages) was in het jaar voorafgaande aan zaadval. Dit resulteert in twee kolommen met “ja” of “nee”.

In de vier jaren van mosselzaadval is gekeken of het effect heeft of kokkelvisserij wordt gedefinieerd als aanwezig bij een percentage van meer dan 1, meer dan 10 of meer dan 25% kokkelvisserij in een gridcel. Gedurende 1996 heeft er geen kokkelvisserij plaatsgevonden. De gemiddelde kans op afhankelijkheid tussen het vissen en het voorkomen van een zaadbank is weergegeven in tabel 20. Dit is berekend exclusief het jaar 1996.

Tabel 20 P-waarden verkregen m.b.v. de  $\chi^2$  toets per zaadval jaar voor het 250\*250 kokkelgrid waarbij het effect van verschillende kokkelvisserijintensiteiten zijn getoetst.

		Jaar van zaadval			
	Visserij intensiteit	1994	1996	1999	2001
Jaar voorafgaand	1-100%	0.175	0.070	0.001	0.016
aan de zaadval	10-100%	0.489	0.025	0.000	0.229
Gedurende het jaar	1-100%	0.201	n.a	0.000	0.028
van de zaadval	10-100%	0.297	n.a.	0.000	0.075
	25-100%	0.313	n.a.	0.000	0.047

n.a. = niet available (geen kokkelvisserij)

Bij de uiteindelijke analyse is geen  $\chi^2$  toets maar een logistische regressie uitgevoerd, waarbij niet voor een grens (0%, 10% of 25%) gekozen hoefde te worden.

Het kokkelgrid, gebaseerd op alle punten waar ooit (90-01) een kokkel is gevonden, wordt aangevuld met de gemiddelde kokkel dichtheid. De gemiddelde kokkeldichtheid wordt in drie klassen in gedeeld:

Laag: 0.002 tot 4.1 /m<sup>2</sup>

Gemiddeld: 4.1 tot 37 / m<sup>2</sup>

Hoog: 37 tot 3924 / m<sup>2</sup>

Per jaar wordt middels de  $\chi^2$  toets berekend of er een relatie is tussen de kokkeldichtheid en de mosselzaadval. De analyse is uitgevoerd met het 500\*500m kokkelgrid. Dit kokkelgrid is inclusief gridcellen die overlappen met oudere mosselbanken en binnen het gesloten gebied vallen.

De resultaten weergegeven in tabel 21 laten zien dat de kokkeldichtheid, gekoppeld aan het kokkelgrid, in het algemeen onafhankelijk is van de zaadval.

*Tabel 21 P-waarden verkregen m.b.v. de  $\chi^2$  toets per zaadval jaar voor het 500\*500 kokkelgrid waarbij naar het effect van kokkeldichtheid op de analyse is gekeken.*

Jaar van zaadval	Hoge kokkeldichtheid	Gemiddelde kokkeldichtheid	Lage kokkeldichtheid
1994	0.319	0.090	t.o.
1996	0.550	0.373	0.050
1999	0.190	0.252	t.o.
2001	0.119	0.721	t.o.

t.o. = toets ontoereikend (n<5)



### Bijlage 3 Kokerwormen

Kokerwormen kunnen een bijdrage leveren aan de samenstelling van de benthische gemeenschap. Callaway (2003) toonde aan dat mosselen goed kunnen groeien op imitatie kokers van kokerwormen. Naast kokkelvisserij kan ook de aanwezigheid van kokerwormen een effect op de vorming van mosselbanken hebben.

Aan de hand van de kokerwormenkaart verkregen van Mardik Leopold (deelproject C) is bepaald op welke diepte kokerwormen voorkomen. Vervolgens is aan iedere cel van het 250\*250 grid een diepte toegekend. Alleen de gridcellen waar potentieel kokerwormen kunnen voorkomen op basis van de diepte, maken deel uit van de analyse. Per gridcel is vervolgens gekeken of er werkelijk kokerwormen voorkwamen in deze cel, en of er een zaadbank was gevallen. Op deze wijze werd een matrix gecreëerd, waarvan de afhankelijkheid van beide parameters is getoetst met een  $X^2$  test voor onafhankelijkheid.

Per gridcel van het kokerwormengrid is gekeken of er in 2001 kokerwormen en zaadbanken in zijn gevonden. Er waren totaal 505 gridcellen met kokerwormen aangetroffen, en 344 gridcellen met mosselzaadbanken. Een  $X^2$  toets voor onafhankelijkheid laat zien dat er een afhankelijkheid bestaat tussen de plaats van kokerwormen en mosselzaadbanken in 2001. Op basis van de toets worden in zes gridcellen mosselzaadbanken en kokerwormen verwacht. Er zijn 26 van dit soort cellen aangetroffen. In 388 gridcellen worden geen kokerwormen, maar wel zaadbanken verwacht, in 318 zijn zaadbanken aangetroffen. Tenslotte worden in 499 gridcellen waar kokerwormen voorkomen geen zaadbanken verwacht, terwijl deze situatie in 479 gridcellen zijn aangetroffen. Samengevat kan geconcludeerd worden dat er op plaatsen waar kokerwormen zitten significant meer zaad wordt aangetroffen dan op basis van toeval verwacht kan worden.



## Bijlage 4 Gebruikte databestanden voor analyses deel B

Voor de analyses zijn de volgende datasets gebruikt:

Soort data	Eenheid	Bestandsnaam
mosselhabitatkaart	trefkans op mosselbank	uukumr12.exp
kokkelhab-krt 2 var's	trefkans op kokkelbank	expl2kok.wad
kokkelhab-krt 4 var's	trefkans op kokkelbank	expl4kok.wad
kokkelhab-krt "gesloten gebied"	trefkans op kokkelbank	expl4kok.ges
Droogvaltijden	% van getij	Zie toelichting in tekst droogwad.asc

De volgende files zijn per analyse anders. Genoemd zijn de files gebruikt voor de analyse 1993/1994.

Lees voor "93" respectievelijk 95, 98, 00 voor analyses 95/96, 98/99, 00/01

Lees voor "94" respectievelijk 96, 99, 01

visintensiteit 1993	fracties bevist ( $0 \leq f < 1.0$ )	visint93.asc
kokkelbiomassa 1994	g vers/m <sup>2</sup>	kokbio94.riv
mosselbanken 1994	0=afwezig, 1=aanwezig Zie toelichting in de tekst	fin94grd.asc nb 2001: vj02zaad

Vanaf 1998 wordt ook geselecteerd uit de kokkelbankeninventarisaties van de sector: Dit gegeven is dus alleen voor 1998/1999 en 2000/2001 aanwezig.

Lees 2001 voor 1999 bij de analyse 00/01

kokkelbanken 1999	0=afwezig, 1=aanwezig	kokv99.inv
-------------------	-----------------------	------------





## Bijlage 5 Gebruikte modeleringstechnieken voor analyses deel B

### B5.1 Vergelijking van proporties: Chi-kwadraat analyse

In deze analyse vindt een vergelijking plaats tussen  $f_{litoraal}$  (= het aantal cellen met mosselzaad  $\{n_{litoraal\_mosselzaad}\}$  als fractie van het totaal aantal cellen met litorale platen  $\{n_{litoraal}\}$  (vgl 1)) en  $f_{kokkel}$  (= het aantal cellen met mosselzaad op kokkelbanken  $\{n_{kokkel\_mosselzaad}\}$ , als fractie van het aantal cellen met aanwezigheid van kokkels  $\{n_{kokkel}\}$  (vgl 2)). Onderzocht wordt of er een significant verschil tussen de twee proporties  $f_{litoraal}$  en  $f_{kokkel}$  is, gegeven de steekproefgroottes  $n_{litoraal}$  en  $n_{kokkel}$  met behulp van een  $\chi$ -kwadraat toets met continuïteits-correctie.

$$f_{litoraal} = \frac{n_{litoraal\_mosselzaad}}{n_{litoraal}} \quad (1)$$

$$f_{kokkel} = \frac{n_{kokkel\_mosselzaad}}{n_{kokkel}} \quad (2)$$

Een dergelijke analyse wordt herhaald voor het aantal cellen met mosselzaad als fractie van het totaal aantal cellen met historische kokkelbanken<sup>4</sup> ( $p_{historisch\_kokkel}$ ) in vergelijking met het aantal cellen met mosselzaad als fractie van het totaal aantal cellen met kokkelbanken daadwerkelijk aanwezig ( $f_{kokkel}$ ).

### B5.2 Correctie voor ruimtelijke correlatie; de conservatieve benadering

Zoals aangegeven bepaalt noch het individuele mosselzaad, noch de individuele mosselzaadbank de totale steekproefgrootte. De werkelijke steekproefgrootte ligt ergens tussen deze twee waarden in. De meest conservatieve methode is die waarbij wordt aangenomen dat de individuele mosselzaadbank de juiste steekproefeenheid is. Deze benadering minimaliseert de type I fout en minimaliseert dus de kans om onrechtmatig de nulhypothese te verwerpen. Het gebruik van de getransformeerde 50 bij 50 meter cellen leidt tot een kunstmatige opwaardering van de steekproefgrootte met een nog onbekende factor  $r$ . Deze factor  $r$  kan bepaald worden door het totaal aantal cellen met mosselzaad ( $n_{mosselzaad}$ ) te delen door het totaal aantal aanwezige mosselzaadbanken ( $N_{mosselzaad}$ ) in dat jaar  $t$  (vergelijking 3)

$$r(t) = \frac{n_{mosselzaad}(t)}{N_{mosselzaad}(t)} \quad (3)$$

Bovenstaande  $\chi$ -kwadraat analyse wordt herhaald, maar dan met een subsample van  $1/r$  van de totale data. Deze resampling wordt herhaald voor 100 iteraties. Gemiddelde proporties en p-waardes worden bepaald voor het testen van de hypothese.

---

<sup>4</sup> Onder historische kokkelbanken worden dié gebieden verstaan waar eerder wél een kokkelbank gelegen heeft, maar nu niet meer.

### B5.3 Relatie visintensiteit met mosselzaadval

Meerdere typen modellen bestaan om een relatie te leggen tussen een responsvariabele (het voorkomen van mosselbanken) en een of meerdere verklarende variabelen (kokkelvisserij, bijvoorbeeld). Een veel gebruikt modeltype is ‘multiële lineaire regressie’. Een belangrijke aanname is dat de responsvariabele normaal verdeeld is. Mosselbankvoorkomen is echter een binaire variabele. Het is namelijk het wel (1) of niet (0) voorkomen van een mosselbank. Deze variabele is niet normaal, maar binomiaal verdeeld en gebruik van enige vorm van regressie is niet gerechtvaardigd. Een ander type model is ‘Generalized Linear Model’. Deze methode gebruikt een maximum likelihood-schatting en de te berekenen likelihood (waarschijnlijkheid) wordt gebaseerd op een verdeling die niet per definitie normaal is, maar bijvoorbeeld ook binomiaal kan zijn. Bij een GLM kan een beperkt aantal niet-lineaire functies worden toegepast, zodat ook niet-lineaire verbanden tussen verklarende variabelen en responsvariabelen kunnen worden onderzocht. Lastig blijft altijd dat de functionele vorm van de relatie tussen respons- en verklarende variabelen en daarmee ook de te kiezen transformatie niet bekend is. Een oplossing is de data zelf de functionele vorm aan te laten geven. Generalized Additive Models zijn gebaseerd op dit principe (Hastie & Tibshirani 1990).

#### Generalized Linear Models (GLM)

Een GLM houdt kortweg in dat een model  $F(X)$  wordt geconstrueerd waarvoor geldt dat

$$F(X) = a + b X_1 + c X_1^2 + d X_2 \dots \quad (4)$$

Het verband tussen het model en de responsvariabele  $Y$  wordt gegeven door een zogeheten link-functie, waarvoor in dit geval een logaritmisches verband is aangehouden, zodat de responsvariabele  $Y$  (in dit geval de kans op aantreffen van een mosselzaadbank) een optimum kan vertonen bij een zekere waarde van  $X_1$ :

$$Y = \exp(F(X)) \quad (5)$$

De responsvariabele  $Y$  wordt Poisson-verdeeld verondersteld.

Het criterium voor de modelkeuze wordt geleverd door de verklaarde variantie (“deviance”); waarbij gekeken wordt

- a) of verklarende variabelen ( $X_i$ ) elk meer bijdragen aan de verklaarde variantie dan de niet-verklaarde variantie gedeeld door het aantal resterende vrijheidsgraden. Ook als de bijdrage aan de verklaring niet veel groter is dan dat quotiënt wordt die verklarende variabele in het algemeen niet in het model betrokken. In zo’n geval wordt normaliter ook een grote onnauwkeurigheid van de bijhorende parameter ( $a, b, \dots$ ) gemeld.
- b) de nauwkeurigheid van de gevonden parameters ( $a, b, c, \dots$ ) groot genoeg is (in het algemeen  $p < 0.01$ )

Er is van een achterwaartse selectie gebruik gemaakt waarbij eerst alle variabelen in de analyse betrokken zijn en waarna stapsgewijs de minst significante zijn verwijderd, tot een aanvaardbaar model is gevonden.

Generalized Additive Models (GAM)  
Een GAM kan samengevat worden als:

$$g(Y) = \beta_0 + s_1(X_1) + s_2(X_2) + \dots + \varepsilon. \quad (6)$$

Drie componenten zijn daarbij te onderscheiden, namelijk:

- 1) Een *random component* die bestaat uit de responsvariabele  $Y$  met geassocieerde fout  $\varepsilon$ , waarvan in deze studie de verdeling binomiaal is.
- 2) Een *link functie*  $g(\cdot)$ . De functies van verklarende variabelen kunnen in het algemeen waarden aannemen tussen  $-\infty$  en  $+\infty$ , terwijl de responsvariabelen (hier: het al dan niet voorkomen van een kokkelbank) alleen waarden kan aannemen tussen 0 en 1. De meest voor de hand liggende transformatie van de responsvariabele met een binomiale verdeling (zodat deze ook waarden kan aannemen tussen  $-\infty$  en  $+\infty$ ) is de zogenaamde logit link.

$$\text{Logit}(Y) = \log\left(\frac{Y}{1-Y}\right) \quad (7)$$

- 3) Een *systematische component* die bestaat uit een lineaire functie van een constante  $\beta_0$  en afgevlakte (ge-“smooth”-de) termen van de verklarende variabelen  $s(X)$ . Het gebruikte type afvlakking is de cubic regression spline. Voor meer detail zie (Hastie & Tibshirani 1990; Wood 2000; Wood 2001). Deze smoothing spline kan variëren van een rechte lijn ( $df = \text{aantal vrijheidsgraden} = 1$ ) tot een interpolatie van alle datapunten ( $df = n - 1$ , met  $n$  het totaal aantal datapunten). Bij de selectie van het beste model dient aan de ene kant het aantal gebruikte vrijheidsgraden te worden geminimaliseerd en aan de andere kant dient het model een zo goed mogelijke fit te hebben. Deze optimalisatie wordt bereikt met behulp van een zogeheten “minimized generalized cross validation (GCV)”. Bij deze methode wordt een model ontwikkeld met op een na alle punten en wordt de voorspelling van dat punt vergeleken met de werkelijke waarde van het niet gebruikte punt. Deze vergelijking wordt gekwantificeerd met behulp van de GCV-score. Het beste model is het model met de laagste GCV-score (zie Wood 2000, 2001). Deze methode is rekenintensief.

### Modelselectie

Met behulp van een achterwaartse modelselectie wordt één voor één parameters uit het model verwijderd met de laagste  $p$ -waarde. Deze  $p$ -waarde wordt bepaald door met behulp van een  $\chi$ -kwadraat test te onderzoeken wat de kans is dat de individuele model term ( $s(X)$ ) verschillend is van de horizontale lijn  $Y=0$ . Vervolgens kan zowel de hoeveelheid verklaarde variantie (explained deviance) als de GCV-score worden gerelateerd aan het aantal gebruikte parameters. Het beste model is het model met de laagste GCV-score tenzij dit leidt tot een drastische vermindering van de totaal verklaarde variantie.

**B5.4 Wat verklaart de ligging van mosselbanken, ofwel: draagt kokkelvisserij bij aan deze verklaring.**

Bij deze analyse is gekeken in hoeverre de mosselhabitatkaart de ligging van de mosselzaadbanken (uit 1994, 1996, 1999 en 2001, respectievelijk) verklaart, en wat de kokkelhabitatkaart, de kokkeldichtheidsverdeling, en de kokkelvisserij intensiteit aan deze verklaring bijdragen. De modelformuleringen zijn in bijlage 6 gegeven.

Het opgestelde model hiertoe luidt:

$$\text{Kans op mosselbank} = \frac{\exp(\text{Model1})}{1 + \exp(\text{Model1})} \quad (8)$$

met

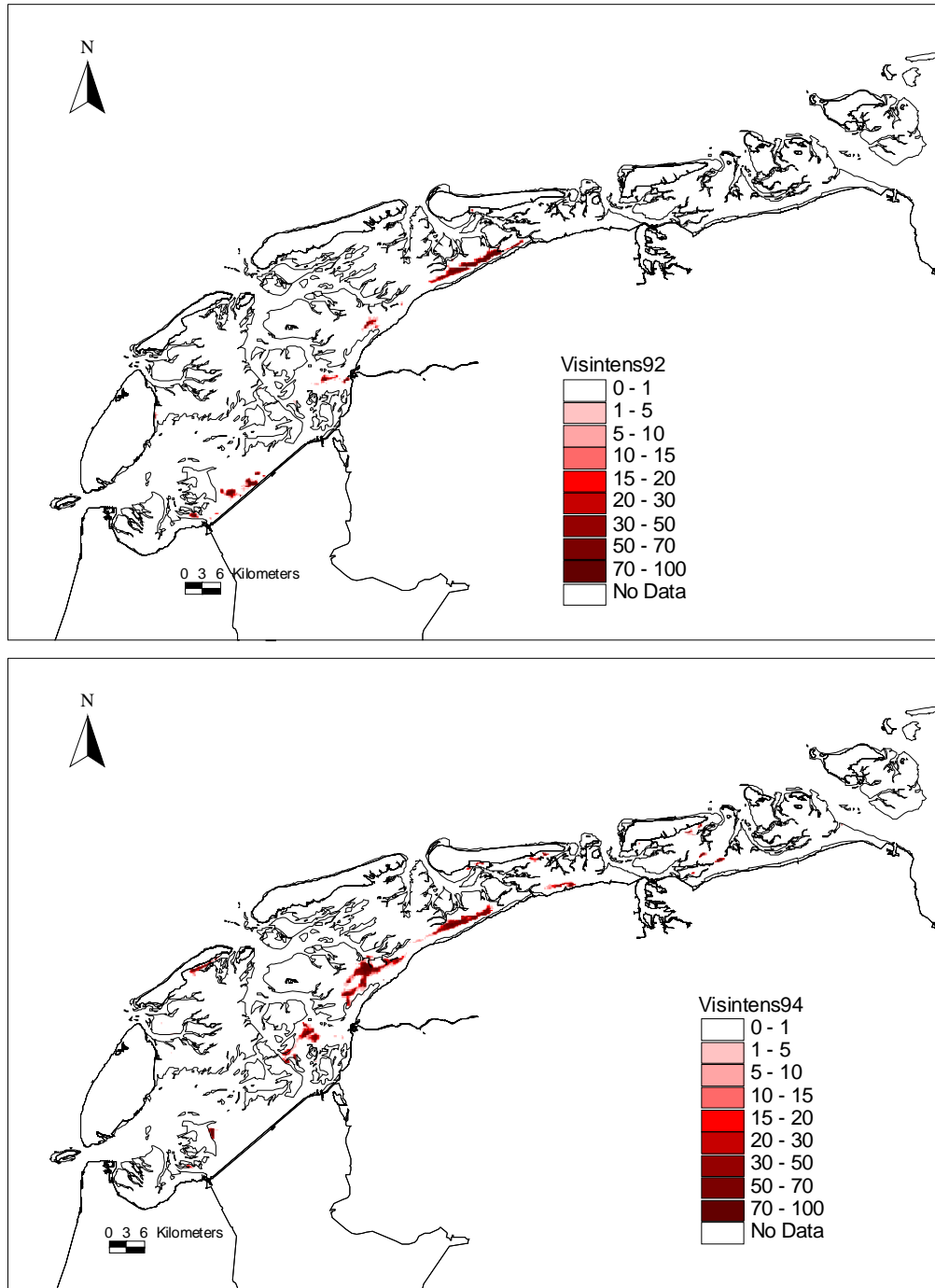
$$\text{Model1} = a + b \ln\left(\frac{\text{Kok}}{1 - \text{Kok}}\right) + c \ln(\text{Mos}) + d \text{KokMas} + e \text{KokMas}^2 + f \text{VisInt} + g \text{VisInt}^2 \quad (9)$$

Kok is hierin de kans op een kokkelbank volgens de kokkelhabitatkaart, Mos de kans op een mosselbank volgens de mosselhabitatkaart, KokMas de biomassadichtheid aan kokkels, zoals bij de RIVO-surveys bepaald is, en VisInt is de kokkelvisserij intensiteit. De reden dat Kok en Mos op verschillende manier in de vergelijking voorkomen komt omdat de habitatgeschiktheid voor kokkels op basis van een logistische analyse is gevonden (een vergelijking zoals die in vgl.8: “ $\exp(\text{model}) / (1 + \exp(\text{model}))$ ”), terwijl de mosselhabitatgeschiktheid als “ $\exp(\text{model})$ ” gevonden is.

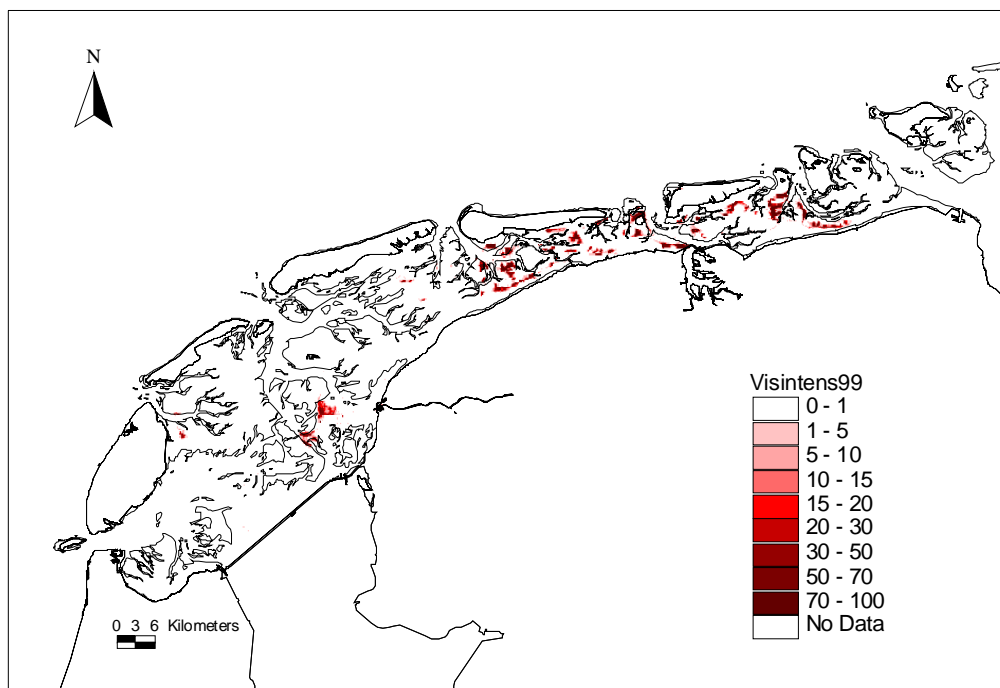
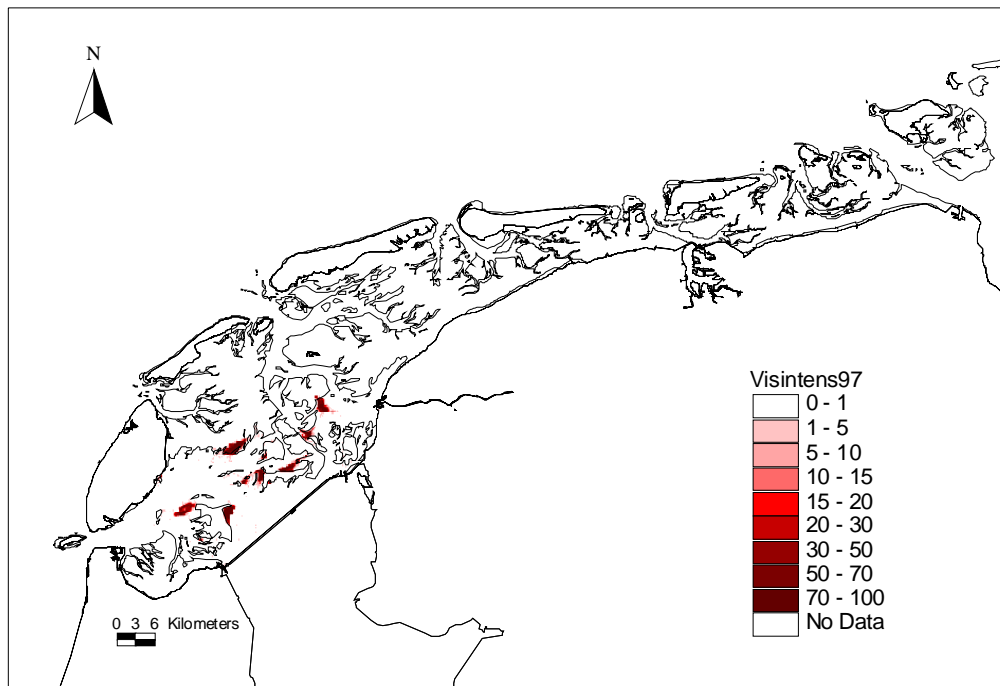
Later is hier ook nog eens het aanwezig zijn van gesloten gebieden en echte of historische kokkelbanken aan toegevoegd:

$$\text{Model2} = \text{Model1} + h \text{KokBank} + k \text{GesIgeb99} + \text{VisWet93} + \text{NatMonTX} \quad (10)$$

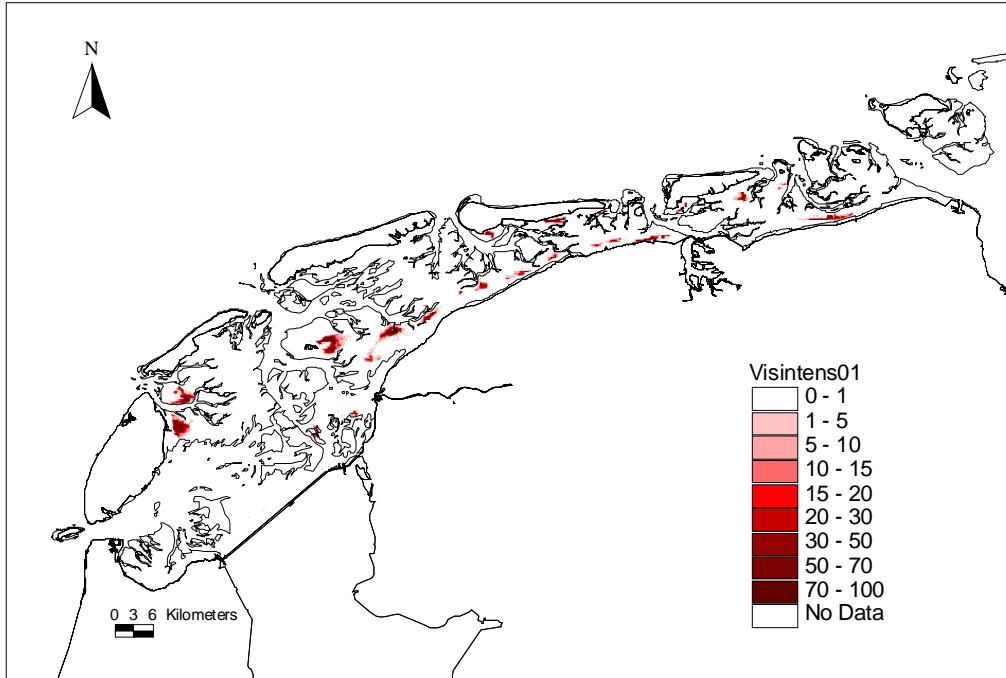
## Bijlage 6 Bevissing in de andere jaren (dan genoemd in paragraaf 7.1.3)



Kaart 14 A, B. Locaties waar in 1992 en 1994 gevist is. De genoemde percentages geven aan welk deel van de oppervlakte binnen een gridcel van 50\*50 m daadwerkelijk bevist is geweest.



*Kaart 14 C,D Locaties waar in 1997 en 1999 gevist is. De genoemde percentages geven aan welk deel van de oppervlakte binnen een gridcel van 50\*50 m daadwerkelijk bevestigd*

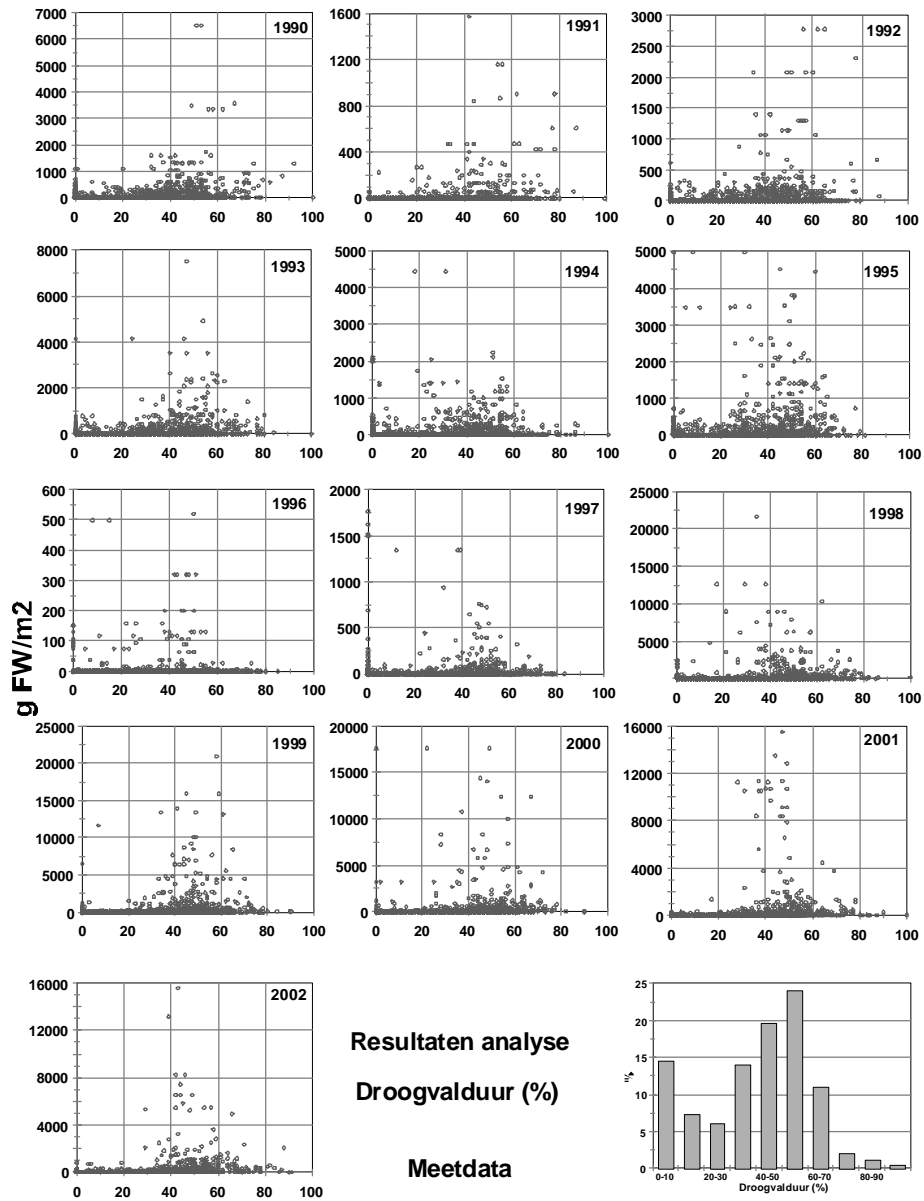


*Kaart 14 E. Locaties waar in 2001 gevist is. De genoemde percentages geven aan welk deel van de oppervlakte binnen een gridcel van 50\*50 m daadwerkelijk bevestigd is geweest.*





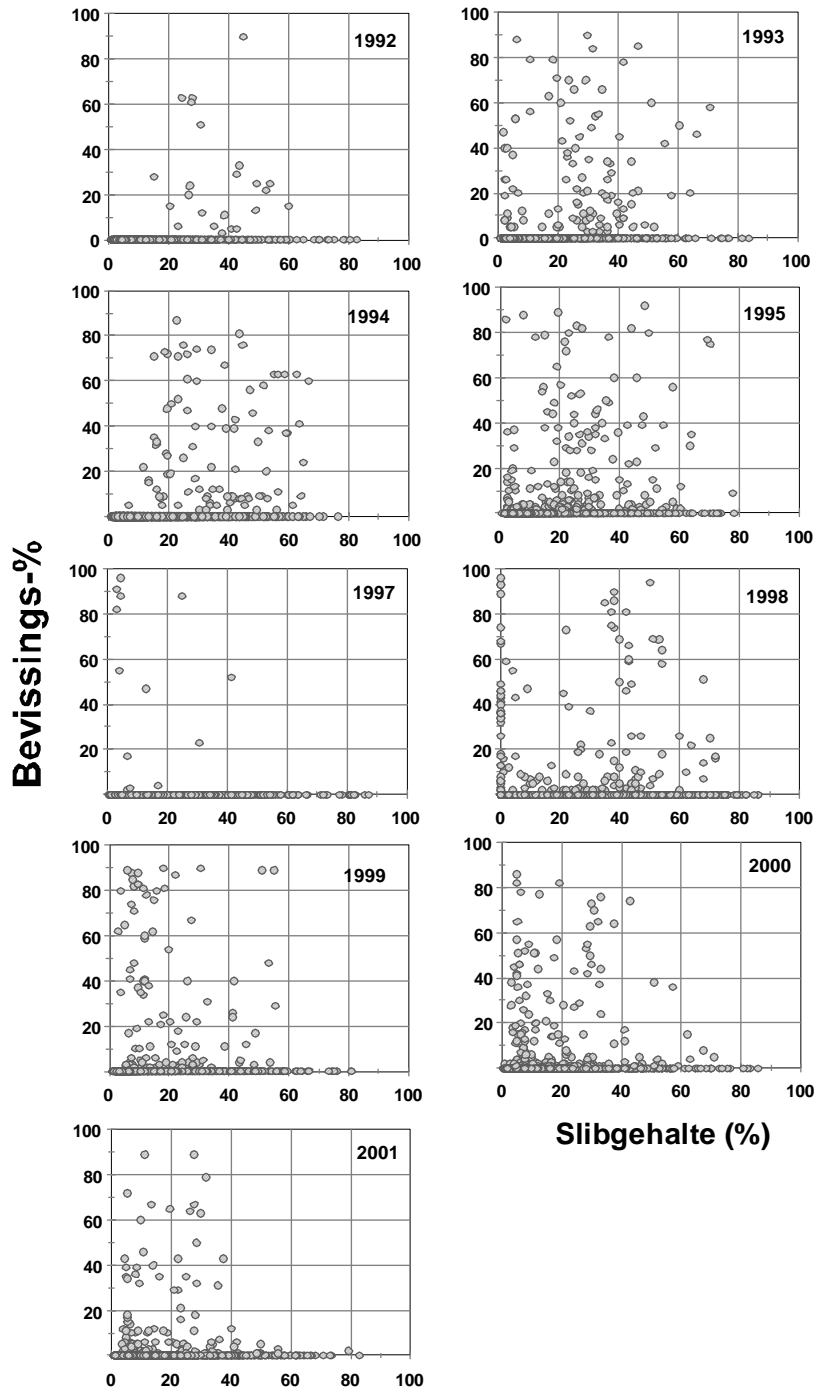
## Bijlage 7 Verband kokkelbiomassa en droogvalduur



Figuur 15 Waar liggen kokkels in elk jaar? Biomassadichtheid kokkels uitgezet tegen de droogvalduur van de locatie. Dichtheid in gram versgewicht  $m^{-2}$ , droogvalduur in % van de tijd. De figuren geven een random steekproef weer van 16.000 punten uit een totaal van ongeveer 500.000. De figuur rechtsonder geeft de frequentieverdeling van droogvalduur voor de gehele Waddenzee weer (in % van de totale oppervlakte)



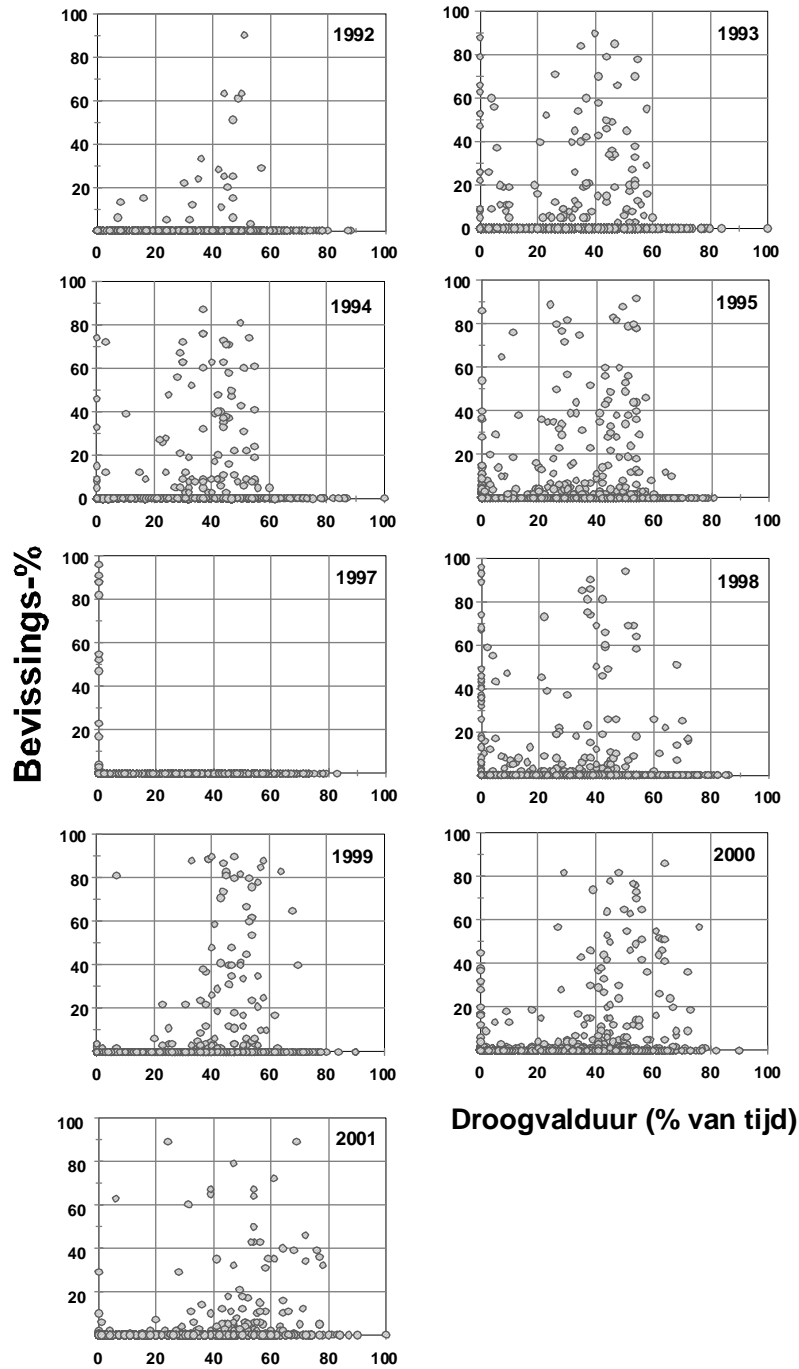
## Bijlage 8 Verband bevissing-% en slibgehalte (deeltjes <64 µm)



Figuur 16 Waar is gevist op kokkels in de jaren 1992-2001? Bevissingspercentage van een gridcel in één jaar uitgezet tegen het slibgehalte in die gridcel. De figuren geven een random steekproef weer van 16.000 punten uit een totaal van ongeveer 500.000. In 1996 is niet gevist.



## Bijlage 9 Verband bevissing-% en droogvalduur



Figuur 17 Waar is gevist op kokkels in de jaren 1992-2001? Bevissingspercentage van een gridcel in één jaar uitgezet tegen de droogvalduur van die gridcel. De figuren geven een random steekproef weer van 16.000 punten uit een totaal van ongeveer 500.000. In 1996 is niet gevist; in 1997 is alleen sub-litoraal gevist



## **Bijlage 10 Bespreking van de analyse van het verband tussen bevissing, kokkelbiomassadichtheid en mosselbankvoorkomen**

De analyses zijn uitgevoerd voor 4 jaren: 1993/1994, 1995/1996, 1998/1999 en 2000/2001. Per jaar worden hierna de resultaten besproken. In de figuur 15–17 (bijlage 7-9) en in figuur 7 en figuur 8 is een aantal karakteristieken gegeven over kokkelvoorkomens en bevissingsintensiteiten.

### **1993/1994**

In 1993 was de kokkelstand matig. Kamermans et al (2003b, deelrapport H2) geven ongeveer 170 miljoen kg FW voor de gehele WZ. Dichtheden boven 2000 g FW m<sup>-2</sup> kwamen maar weinig voor; en het merendeel van de waarnemingen betrof dichtheden lager dan 500 g FW m<sup>-2</sup>. Er is in 1993 ongeveer 6000 ha bevestigd op de platen, met een bevissing-% > 1%, ongeveer 5% van de wadplaten. In 3.5 % van de 50\*50 m gridcellen is meer dan 10% van het oppervlakte bevestigd. De gemiddelde bevissingsintensiteit van de bevestigde cellen was 29%, bij een gemiddelde droogvalduur van 31% (platen plus sub-litorale cellen bij elkaar geteld), en een gemiddeld slibgehalte van 28% (deeltjes < 64 µm). Delen van het wad boven de 60% droogvaltijd zijn nauwelijks bevestigd. Ook gebieden met een lage kokkeldichtheid volgens de RIVO-survey werden soms intensief bevestigd, wat wijst op een onvolkomenheid in de data.

In het voorjaar van 1994 was de kokkeldichtheid kleiner; dichtheden boven de 2000 g FW m<sup>-2</sup> waren uitzondering. Kamermans et al (2003b) geven een bestand van ongeveer 100 miljoen kg FW in de Waddenzee. Erg hoge kokkelvisserij-intensiteiten leidden tot lage kokkelbiomassadichtheden, en de hoogste kokkeldichtheden in 1994 werden dáár gevonden waar de bevissing in 1993 achterwege was gebleven. In het gebied (5% < bevissingsintensiteit < 90%) is op het oog geen duidelijk verband te herkennen tussen bevissingsintensiteit en kokkelbiomassadichtheid in 1994. Wel is, zoals gezegd, de kokkeldichtheid in 1994 laag.

In 1994 vond een uitgebreide mosselzaadval plaats. Die is voornamelijk in het voorjaar van 1995 geïnventariseerd. Hierbij is als moeilijkheid de zware storm van maart 1995 opgetreden: een deel van de inventarisaties vond vóór, en een deel vond ná die storm plaats. De mosselzaadval werd gevonden op locaties met kokkeldichtheden kleiner dan 600 g FW m<sup>-2</sup>, en bij droogvaltijden < 60%. De locaties waar mosselzaadval plaats betrof zowel niet-bevestigde plekken als ook zwaar bevestigde locaties.

Bij de analyses is dit terug te vinden; zie tabel. 22 voor een overzicht.

Tabel 22 *Overzicht van uitkomsten van analyses voor 1993/1994*

Uitkomst van model			mean	deviance	Approx
	d.f.	deviance	deviance	ratio	F pr.
Regression	7	417	59,5125	443,89	<,001
Residual	12766	1712	0,1341		
Total	12773	2128	0,1666		
Uitkomst voor modelparameters					Antilog of
	estimate	s.e.	t(13155)	t. pr.	Estimate
Constant	-4,437	0,34	-13,06	<,001	0,01183
DVT	0,3149	0,0149	21,13	<,001	1,37
DVT2	-0,0044	0,000196	-22,43	<,001	0,9956
Geslgeb99					
KokkelBiom	0,0013	0,000352	3,69	<,001	1,001
KokBiom2	-1,66E-06	4,16E-07	-4	<,001	1
Kokkellaart	4,63E+00	0,212	21,83	<,001	102
Mosselkaart	5,38E-01	0,0295	18,2	<,001	1,712
Visintens93					
Visintens93^2					
Viswet93	-1,926	0,109	-17,64	<,001	0,1457

### Analyse

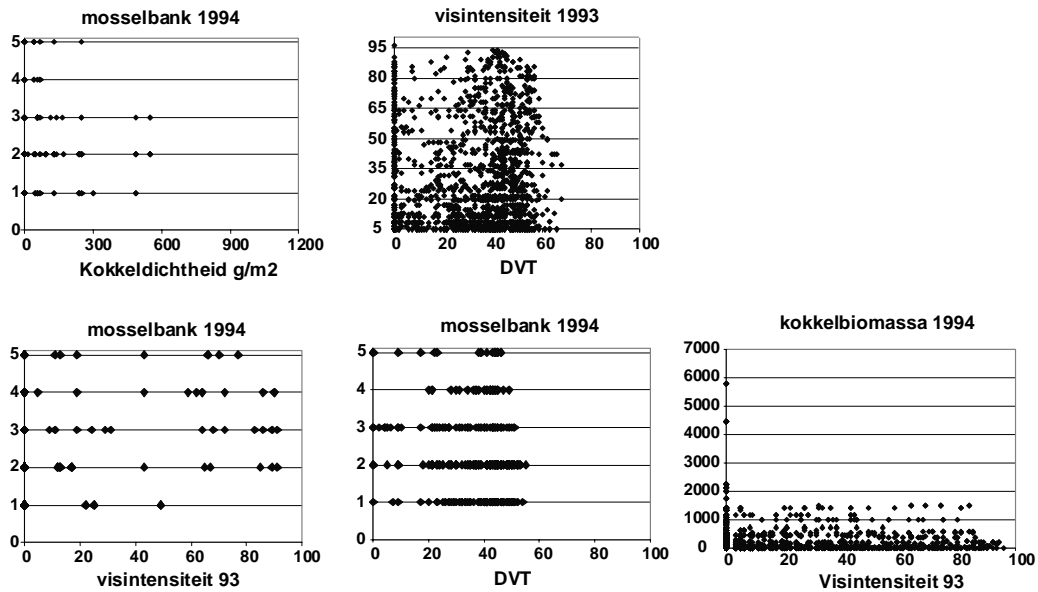
Het in 1993 gesloten gebied is negatief gecorreleerd met het mosselbankvoorkomen. De mosselbankhabitatkaart, maar ook de kokkelhabitatkaart dragen positief bij aan de verklaarde variantie.

Bevissing als verklarende variabele voegde niets toe aan de verklaring.

De kokkelbiomassadichtheid voegt wat toe aan de verklaarde variantie, maar is minder belangrijk dan de beide habitatkaarten.

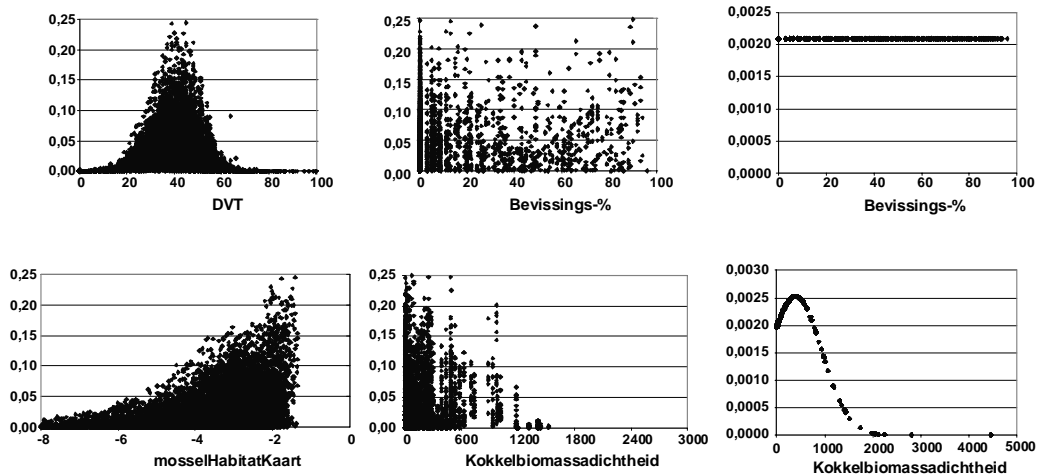
Merkwaardig genoeg voegt óók de droogvalduur nog toe, hoewel die ook al in de mosselhabitatkaart verwerkt is.





Figuur 18 Data voor bevissing in 1993 en voorkomen van mosselbanken en kokkeldichtheden in 1994. Kokkeldichtheden in g FW m<sup>2</sup>. DVT (droogvalduur) in % van de tijd. Visintensiteit in % van het oppervlak van een 50\*50 m cel dat bevestigd is. Mosselbank: 1= 1 jaar voorgekomen, ..., 5=5 jaar lang waargenomen; data zoals gebruikt in Brinkman & Bult (2002).

### Trefkans op mosselbank, naar model



Figuur 19 Resultaten analyse 1993/1994. Berekende trefkans op mosselbank, waarbij de waarden van alle andere variabelen zijn gebruikt (de vier linker figuren). Voor de twee rechter figuren is een gemiddelde berekend/geschat voor de overige variabelen. Hierdoor komen de Y-assen niet overeen. Er is dus geen verband met de visserij-intensiteit gevonden.

### **1995/1996**

In 1995 werden kokkeldichtheden aangetroffen die niet veel verschilden van die in 1993. Het kokkelbestand in de WZ is naar Karmermans et al (2003b, deeltrapport H2) ongeveer 140 miljoen kg FW. Het merendeel van de waarnemingen betrof weer dichtheden lager dan 500 g FW m<sup>-2</sup>. Er is in 1995 ongeveer 10800 ha bevestigd op de platen, met een bevestiging-% > 1%, ongeveer 10% van de wadplaten. In 5 % van de 50\*50 m gridcellen is meer dan 10% van het oppervlakte bevestigd. De gemiddelde bevestigingsintensiteit van de bevestigde cellen was 21%, bij een gemiddelde droogvalduur van 34% (platen plus sub-litorale cellen bij elkaar geteld), en een gemiddeld slibgehalte van 29% (deeltjes < 63 µm). Delen van het wad boven de 60% droogvaltijd zijn nauwelijks bevestigd.

De visserij in 1995 heeft dus op een relatief groot deel van de platen plaats gevonden.

In de winter van 1996 was er in de Waddenzee een behoorlijke ijsgang, en zijn vrijwel alle litorale kokkels doodgevroren. In het voorjaar van 1996 was de kokkeldichtheid uiterst gering; dichtheden boven de 200 g FW m<sup>-2</sup> waren uitzondering. Naar Karmermans et al (2003b) kwam minder dan 10 miljoen kg FW in de Waddenzee voor. In gebieden waar in 1995 nog fors gevestigd is, waren in 1996 nauwelijks kokkels meer over; alleen in enkele niet-bevestigde delen werden nog dichtheden >1000 g FW m<sup>-2</sup> aangetroffen. Vermoedelijk speelt hier een rol dat de bevestiging in 1995 vooral litoraal plaats vond, waar ook de grootste vorstschade was. In het sub-litoraal werd niet gevestigd in 1995, en daar bleven nog enkele kokkelbestanden over.

In 1996 vond een mosselzaadval plaats, die substantieel van omvang was, al was de omvang geringer dan van die in 1994. De mosselzaadval werd gevonden op locaties met geringe kokkeldichtheden, en bij droogvaltijden <50%. De locaties waar mosselzaadval plaats vond betroffen zowel niet-bevestigde plekken als ook zwaar bevestigde locaties.

### **Analyse**

Alhoewel de bevestigingsintensiteit volgens de analyse in het geheel niet bijdroeg aan de verklaarde variantie wordt de hoogst berekende kans op mosselzaadval in die gebieden berekend waar de bevestigingsintensiteit gering was.

Bij de analyses is dit terug te vinden; zie tabel 23 voor een overzicht.

Tabel 23. Overzicht van uitkomsten van analyses voor 1995/1996

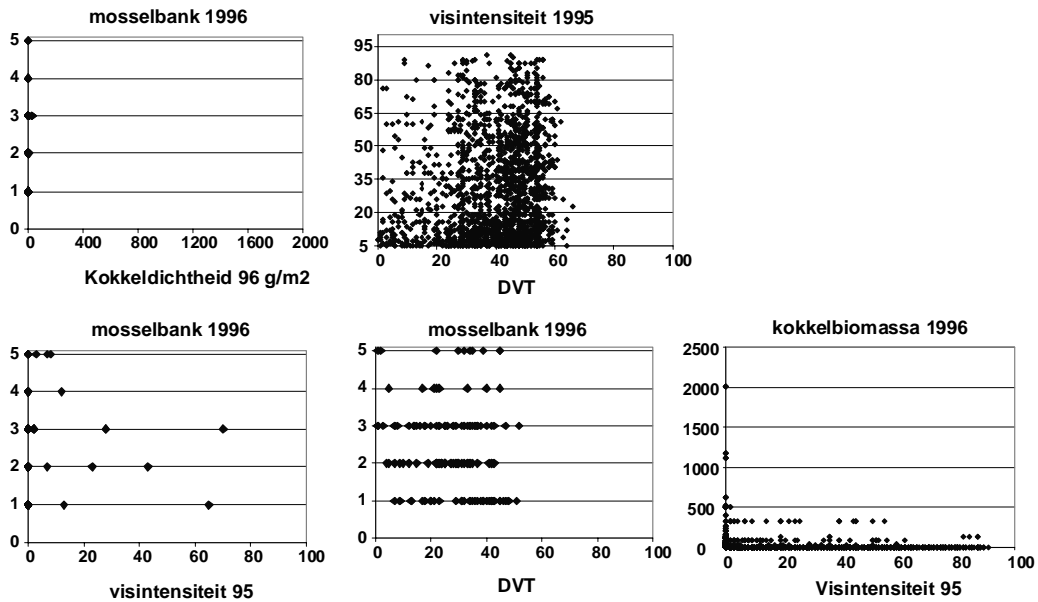
Uitkomst voor model			mean	deviance	approx
	d.f.	deviance	deviance	ratio	F pr.
Regression	8	90,5	11,31139	140,3	<,001
Residual	11351	915,1	0,08062		
Total	11359	1005,6	0,08853		
Uitkomst voor modelparameters					antilog of
	estimate	s.e.	t(13155)	t. pr.	estimate
Constant	-6,033	0,282	-21,39	<,001	0,002398
DVT	0,08633	0,00898	9,62	<,001	1,09
DVT2	-0,002167	0,000173	-12,56	<,001	0,9978
Geslgeb99	0,368	0,105	3,49	<,001	1,444
KokkelBiom	0,0507	0,0114	4,45	<,001	1,052
KokBiom2	-7,88E-04	0,000224	-3,52	<,001	0,9992
Kokkellaart	-2,59E+00	0,32	-8,1	<,001	0,07484
Mosselkaart	0,1309	0,0312	4,2	<,001	1,14
Visintens95					
Visintens95^2					
Viswet93	-0,1393	0,0835	-1,67	0,095	0,8699

De reden staat dus los van de bevissing, maar heeft met gebiedskemerken van doen.

Het in 1993 gesloten gebied is ook nu negatief gecorreleerd met het mosselbankvoorkomen, maar het in 1999 gesloten gebied draagt in positieve zin bij aan de beschrijving van de locatie van de mosselzaadval. De mosselbankhabitatkaart draagt positief bij aan de verklaarde variantie, maar de relatie met de kokkelhabitatkaart is nu negatief

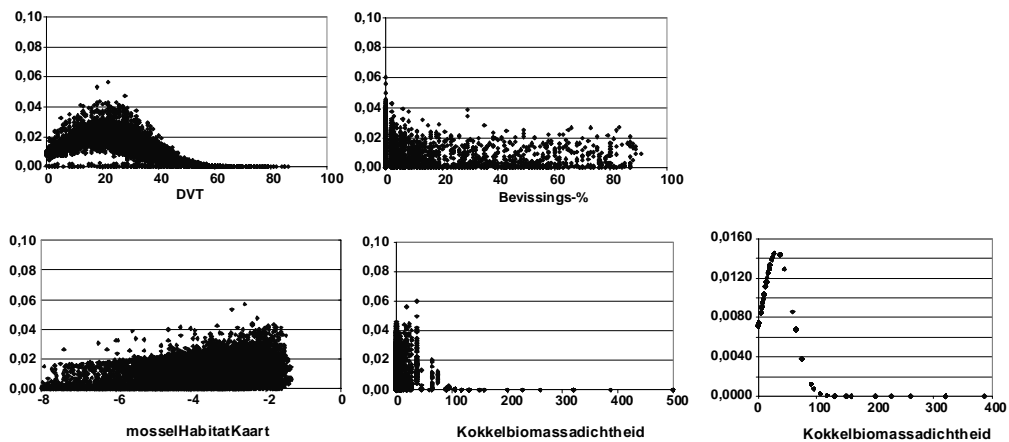
Bevissing als verklarende variabele voegde ook nu niets toe aan de verklaring.

De kokkelbiomassadichtheid voegt wel toe aan de verklaarde variantie, maar is minder belangrijk dan de beide habitatkaarten. Oók nu voegt de droogvalduur nog toe aan de verklaarde variantie, hoewel die ook al in de mosselhabitatkaart verwerkt is.



Figuur 20 Data voor bevissing in 1995 en voorkomen van mosselbanken en kokkeldichtheden in 1996. Kokkeldichtheden in g FW  $m^{-2}$ . DVT (droogvalduur) in % van de tijd. Visintensiteit in % van het oppervlak van een 50\*50 m cel dat bevestigd is. Mosselbank: 1= 1 jaar voorgekomen, ..., 5=5 jaar lang waargenomen; data zoals gebruikt in Brinkman & Bult (2002).

**Trefkans op mosselbanken: resultaten analyse 1996**  
 Visserij 1995, kokkelsurvey 1996, mosselbanken 1996/1997



Figuur 21 Resultaten analyse 1995/1996. Berekende trefkans op mosselbank, waarbij de waarden van alle andere variabelen zijn gebruikt (de vier linker figuren). Voor de rechter figuur is een gemiddelde berekend/geschat voor de overige variabelen. Hierdoor komen de Y-assen niet overeen. Er is dus geen verband met de visserij-intensiteit gevonden.

## 1998/1999

In 1996 vond een goede kokkelbroedval plaats, die echter in de winter van 1996/1997 weer grotendeels gesneuveld is. Slechts enkele sublitorale restbestanden bleven bewaard. Op die bestanden is in 1997 nog gevist. In 1997 vond opnieuw een goede broedval plaats, die in 1998 tot hoge kokkeldichtheden leidde. In 1998 werden kokkeldichtheden tot 20 kg m<sup>-2</sup> aangetroffen, wat met 1000-2000 kokkels m<sup>-2</sup> overeenkomt. Het kokkelbestand in de WZ is naar Karmermans et al (2003b, deelrapport H2) ongeveer 320 miljoen kg FW. In 1998 is intensief gevist op die kokkelbestanden, waarbij vooral laaggelegen bestanden bevestigd zijn. Er is in 1998 ongeveer 7000 ha bevestigd op de platen, met een bevestiging-% > 1%, ongeveer 7% van de wadplaten. In 4 % van de 50\*50 m gridcellen is meer dan 10% van het oppervlakte bevestigd. De gemiddelde bevestigingsintensiteit van de bevestigde cellen was 27%, bij een gemiddelde droogvalduur van 26% (platen plus sub-litorale cellen bij elkaar geteld), en een gemiddeld slijbgehalte van 17% (deeltjes < 64 µm). Delen van het wad boven de 80% droogvaltijd zijn nauwelijks bevestigd, er is vanaf 55% droogvalduur een duidelijke afname van de bevestiging waar te nemen.

De visserij in 1998 heeft dus relatief laag in het litoraal plaats gevonden, maar zich wel tot boven de gemiddeld waterlijn uitgestrekt.

In 1999 vond een mosselzaadval plaats, die substantieel van omvang was, al was de omvang, evenals die van 1996, geringer dan van die in 1994. De mosselzaadval werd vooral gevonden op locaties met kokkeldichtheden < 8000 g FW m<sup>-2</sup>, en bij droogvaltijden <60%. De locaties waar mosselzaadval plaats vond, betroffen zowel niet-bevestigde plekken als ook zwaar bevestigde locaties. Omdat de overleving van mosselbanken ook is aangegeven in figuur 22 is te zien dat overleving in gebieden die weinig intensief bevestigd zijn beter was dan in intensief bevestigde.

### **Analyse**

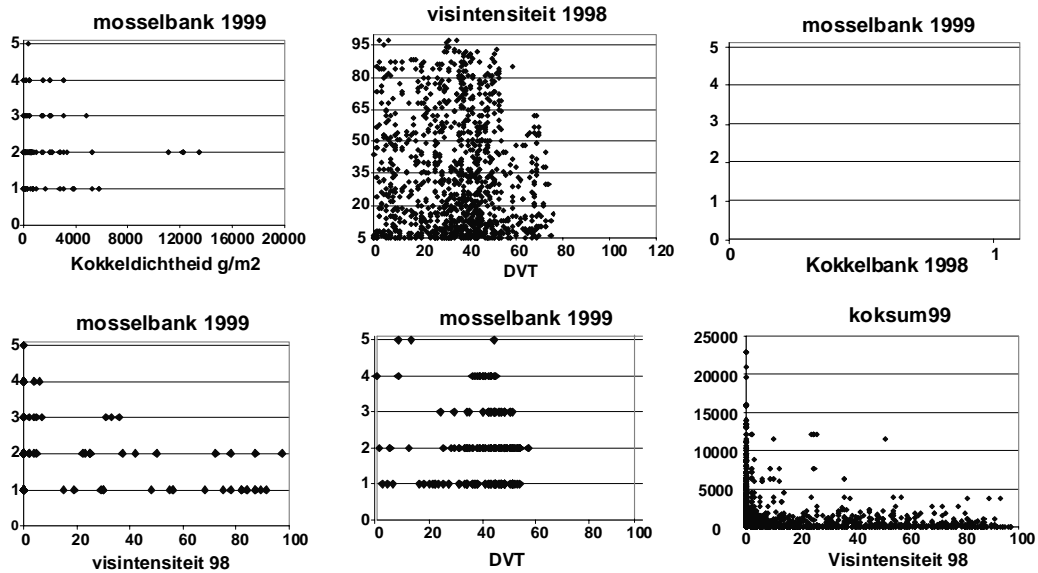
De hoogst berekende kans op mosselzaadval wordt in die gebieden gevonden waar de bevestigingsintensiteit groot was. De mosselhabitatkaart én de kokkelhabitatkaart dragen allebei in positieve zin bij aan de kans op een mosselzaadbank.

Tabel 24 . Overzicht van uitkomsten van analyses voor 1998/1999

Uitkomst voor model					
	d.f.	deviance	mean deviance	deviance ratio	approx F pr.
Regression	9	249	27,64577	292,53	<,001
Residual	12767	1207	0,09451		
Total	12776	1455	0,11391		

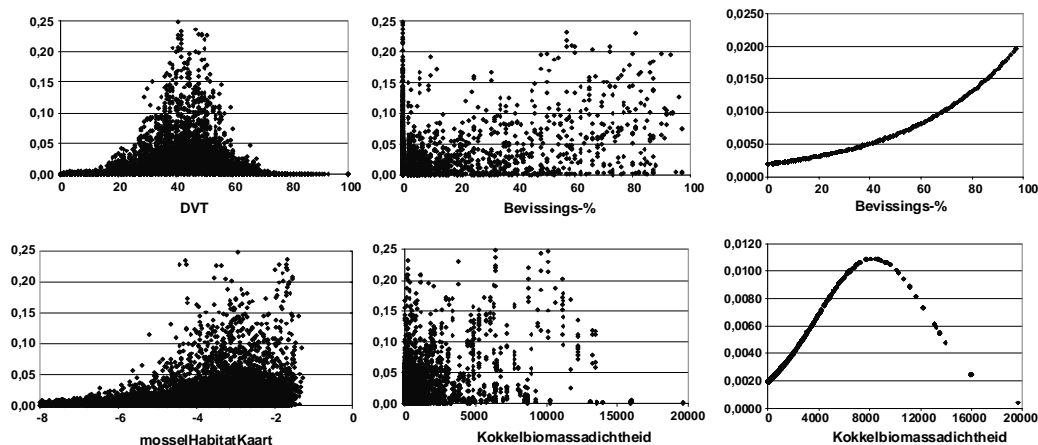
  

Uitkomst voor modelparameters					
	estimate	s.e.	t(13155)	t. pr.	antilog of estimate
Constant	-3,93	0,384	-10,22	<,001	0,01964
DVT	0,1806	0,0154	11,71	<,001	1,198
DVT2	-0,0024	0,000192	-12,51	<,001	0,9976
Geslgeb99	-0,3702	0,0847	-4,37	<,001	0,6906
KokkelBiom	0,0004219	3,01E-05	14,01	<,001	1
KokBiom2	-2,55E-08	2,97E-09	-8,61	<,001	1
Kokkellaart	4,24E+00	2,14E-01	19,78	<,001	69,43
Mosselkaart	0,4076	0,0302	13,51	<,001	1,503
Visintens98	0,02392	0,00129	18,51	<,001	1,024
Visintens98^2					
viswet93	-2,151	0,143	-15,07	<,001	0,1164



Figuur 22 Data voor bevissing in 1998 en voorkomen van mosselbanken en kokkeldichtheden in 1999. Kokkeldichtheden in g FW m<sup>2</sup>. DVT (droogvalduur) in % van de tijd. Visintensiteit in % van het oppervlak van een 50\*50 m cel dat bevestigd is. Mosselbank: 1= 1 jaar voorgekomen, ..., 5=5 jaar lang waargenomen; data zoals gebruikt in Brinkman & Bulthuis (2002).

**Trefkans op mosselbanken: resultaten analyse 1999**  
 Visserij 1998, kokkelsurvey 1999, mosselbanken 1999/2000



*Figuur 23 Resultaten analyse 1998/1999. Berekende trefkans op mosselbank, waarbij de waarden van alle andere variabelen zijn gebruikt (de vier linker figuren). Voor de twee rechter figuren is een gemiddelde berekend/geschat voor de overige variabelen. Hierdoor komen de Y-assen niet overeen. Er is dus positief verband met de visserij-intensiteit gevonden, maar een negatief effect wanneer de kokkelbiomassadichtheid groot is.*

## 2000/2001

In 2000 werd nog steeds gevist op het kokkelbestand dat in 1997 gevallen was. Tussentijds vond wel steeds wat kokkelzaadval plaats maar dat was niet substantieel. In 2000 werden kokkeldichtheden tot 16 kg m<sup>-2</sup> aangetroffen, wat met ongeveer 500-1000 kokkels m<sup>-2</sup> overeenkomt. Het kokkelbestand in de WZ is naar Karmermans et al (2003b, deelrapport H2) ongeveer 260 miljoen kg FW. In 2000 is gevist in 8500 ha gridcellen, met een bevisings-% > 1%, ongeveer 6.5% van de wadplaten. In de helft van die cellen van 50\*50 m is meer dan 10% van het oppervlakte bevist. De gemiddelde bevisingsintensiteit van de beviste cellen was 22%, bij een gemiddelde droogvalduur van 39% (platen plus sub-litorale cellen bij elkaar geteld), en een gemiddeld slibgehalte van 18% (deeltjes < 64 µm). Delen van het wad tot aan 80% droogvaltijd zijn bevist. De hoger gelegen delen zijn relatief sterk bevist: gewogen naar bevisingsgraad is de gemiddelde droogvalduur 45%.

De visserij in 2000 heeft dus relatief hoog in het litoraal plaats gevonden en zich tot (ver) boven de gemiddeld waterlijn uitgestrekt. Overigens werd in 1999 en 2001 nog hoger op het wad gevist. In 2001 werden veel lagere kokkelbiomassadichtheden aangetroffen; de hoogste in gebieden waar niet gevist was in 2000. Dit betreft gebieden die ook niet bereikbaar waren voor vissers (ofwel in gesloten gebieden, of wel heel hoog in het getijdengebied; hiernaar is hier geen onderscheid gemaakt).

In 2001 vond een sterke mosselzaadval plaats die nog wat groter van omvang was dan van die in 1994. De mosselzaadval werd vooral gevonden op locaties met kokkeldichtheden < 8000 g FW m<sup>-2</sup>, maar op locaties met hoge kokkeldichtheden

kwam ook mosselzaadval voor. Droogvaltijden van de mosselzaadlocaties varieerden van 15-65%. De locaties waar mosselzaadval plaats betroffen zowel niet-beviste plekken als locaties tot 70% bevissingsintensiteit. Voor deze mosselzaadbanken was het niet mogelijk de overleving in latere jaren aan te geven.

### Analyse

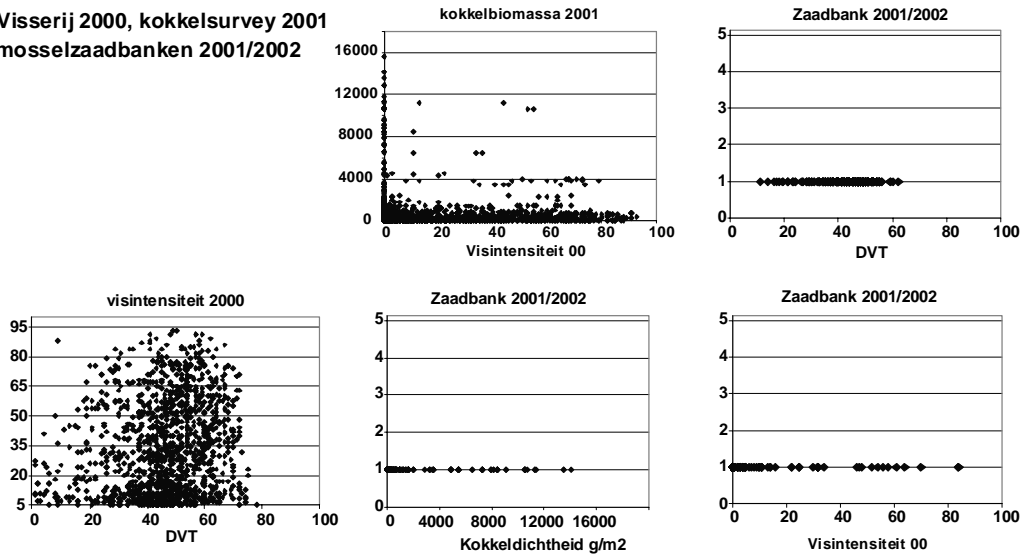
Een geringe bevissingsintensiteit lijkt gunstig uit te pakken voor de mosselzaadval (alhoewel géén bevissing de beste resultaten oplevert volgens de analyse), maar een hoge intensiteit is negatief. De mosselhabitatkaart in positieve zin bij aan de kans op een mosselzaadbank; de kokkelhabitatkaart voegt niets toe aan de verklaring waar mosselzaadbanken gevonden zijn.

Tabel 25 . *Overzicht van uitkomsten van analyses voor 2000/2001*

Uitkomst voor model			mean	deviance	approx
	d.f.	deviance	deviance	ratio	F pr.
Regression	9	443	49	256,82	<,001
Residual	13063	2503	0,1916		
Total	13072	2946	0,2254		
Uitkomst voor modelparameters					antilog of
	estimate	s.e.	t(13155)	t. pr.	estimate
Constant	-1,21E+01	4,90E-01	-2,47E+01	<,001	5,67E-06
droogwad	4,36E-01	2,26E-02	1,93E+01	<,001	1,55E+00
DVT2	-4,78E-03	2,67E-04	-1,79E+01	<,001	9,95E-01
geslgeb99	-6,94E-01	1,08E-01	-6,43E+00	<,001	5,00E-01
koksum01	0,0005292	3,64E-05	14,55	<,001	1,001
KokMas2	-3,40E-08	3,44E-09	-9,87E+00	<,001	1,00E+00
uukumr12	2,77E-01	2,48E-02	1,12E+01	<,001	1,32E+00
Visintens00	3,69E-02	6,84E-03	5,40E+00	<,001	1,04E+00
VisIntens00^2	-6,44E-04	1,22E-04	-5,25E+00	<,001	9,99E-01
Viswet93	0,4785	0,0553	8,65	<,001	1,614

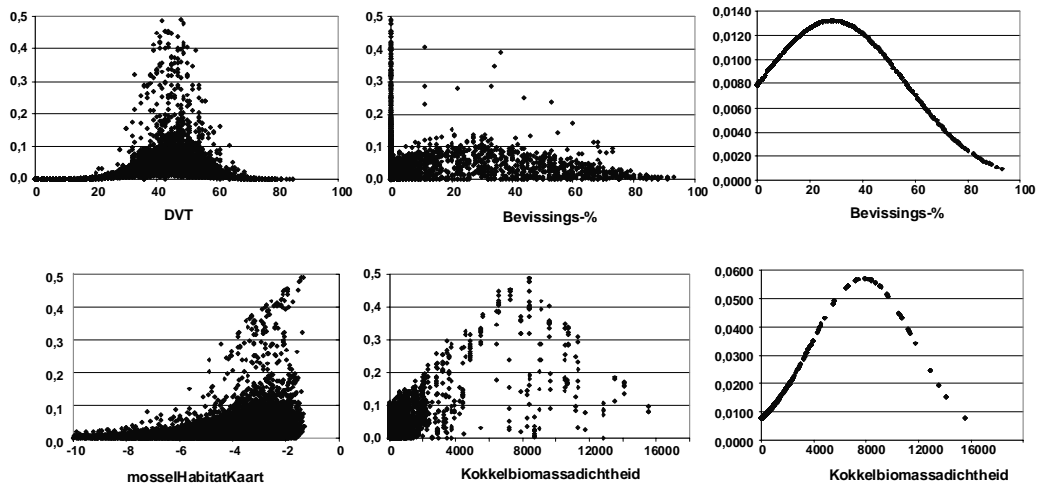


**Visserij 2000, kokkelsurvey 2001  
mosselzaadbanken 2001/2002**



Figuur 24 Data voor bevissing in 2000 en voorkomen van mosselbanken en kokkeldichtheden in 2001. Kokkeldichtheden in g FW  $m^{-2}$ . DVT (droogvalduur) in % van de tijd. Visintensiteit in % van het oppervlak van een 50\*50 m cel dat bevist is. Mosselbank: 1= 1 jaar voorgekomen; meerdere jaren voorgekomen zoals gebruikt bij de figuren voor 1994-1999 is hier niet relevant..

**Trefkans op mosselbanken: resultaten analyse 2001**  
Visserij 2000, kokkelsurvey 2001, mosselbanken 2001/2002



Figuur 25 Resultaten analyse 2000/2001. Berekende trefkans op mosselbank, waarbij de waarden van alle andere variabelen zijn gebruikt (de vier linker figuren). Voor de twee rechter figuren is een gemiddelde berekend/geschat voor de overige variabelen. Hierdoor komen de Y-assen niet overeen. Intensieve visserij heeft volgens deze grafieken een negatief effect; evenals hoge kokkeldichtheden.



## Bijlage 11 Verklarende woordenlijst

### (Voorbeelden van ) gebruikte eenheden

g	gram
m	meter

### Afkortingen en jargon

AFDW	asvrij drooggewicht. De droge massa van vlees zonder water, en zonder het restgewicht na verassing
AVDW	= AFDW
areaal	oppervlakte
benthisch	zich op of in de waterbodem bevindend
biomassa	massa van het levend materiaal
broedval	overgang van schelpdierlarven uit de waterfase naar de bodem
CSO-database	CSO= Centrum voor Schelpdieronderzoek, Yerseke. Database waarin resultaten van de surveys zijn opgeslagen
DCI Electronics vof	Het bedrijf te Kapelle dat de black-box data opgewerkt heeft
Droogvaltijd	Droogvalduur
Droogvalduur	tijd (per dag) dat een gebied droog staat. Meestal uitgedrukt in %
DVT	Droogvalduur
DW	drooggewicht. Gewicht van schelpdier zonder water
ecosysteem	systeem van levende organismen en hun omgeving, dat min of meer begrensbbaar is
Eulitoraal	litoraal
FW	versgewicht; massa van een schelpdier inclusief schelp, vlees en water
GeslGeb99	dat deel van het wad dat in 1999 voor een aantal jaren extra gesloten werd voor visserij. Deze sluiting is gebaseerd op de toenmalige mosselbanken-habitatkaart (Brinkman & Van Stralen, 1999)
gridcel	het gehele wadengebied is opgedeeld in vakken van 50*50 m; elk vak heet een gridcel.
habitat	soortspecifieke levensruimte van een plant of dier
hoge delen	die delen van de wadplaten die meer dan 50% van de tijd droog staan
hydrodynamica	leer van de beweging van vloeistoffen
intergetijdegebied	litoraal
Kokkelpunt	locatie waar een monster is genomen en de kokkeldichtheden zijn bepaald
KokSum-yy	de kokkelbiomassadichtheid in het jaar yy
lage delen	die delen van de wadplaten die minder dan 50% van de tijd droog staan

litoraal	gebied tussen de gemiddelde hoog- en laagwaterlijn
logistische regressie	zoeken van verband tussen verklarende grootheden (zoals droogvalduur), en een response-variabele, die in dit geval waarden tussen 0 en 1 aanneemt, of zelfs alleen maar 0 (afwezig) of 1 (aanwezig) kan zijn.
M16	mediane korrelgrootte van al die sedimentdelen die groter zijn dan 16 $\mu\text{m}$
morfolgie	geometrische structuur van bijvoorbeeld een compartiment
nutriënten	anorganische voedingsstoffen voor planten
plaat	bij eb droogvallend, niet aan land grenzend gebied
PO (Kokkels)	Coöperatieve Producentenorganisatie van de Nederlandse Kokkelvisserij u.a.
PVIS	Productschap Vis
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIVO-CSO	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek – Centrum voor Schelpdier Onderzoek, gevestigd te Yerseke
Slibgehalte	gewichtsandaal (%) van al de sedimentdelen kleiner dan 64 $\mu\text{m}$ (de Angelsaksische definitie). De Nederlandse definitie houdt 16 $\mu\text{m}$ als grens aan.
sublitoraal	gebieden beneden gemiddeld laagwater
uukumr12	de kode van de mosselhabitatkaart zoals geproduceerd door Brinkman & Bult, 2003
visint-yy	de visserij-intensiteit in het jaar yy
Viswet93	dat deel van het Waddengebied dat sinds 1993 gesloten is voor visserij
Vleesgewicht	vleesgewicht is de massa van het natte vlees. Voor mosselen geldt bij benadering dat het vleesgewicht één kwart bedraagt van het versgewicht. Bij kokkels is die verhouding ongeveer 1:6.
VW	FW (versgewicht)
Vwat	maximale stroomsnelheid water. Berekend voor een situatie waarin ná een NW-storm, en een verhoging van de waterstand met ongeveer 2 m het waddengebied weer leegstroomt.

## **Bijlage 12    Auditrapport en verwerking van de opmerkingen door de auteurs**

Voor de bewaking van de kwaliteit van het EVA-II onderzoek en van de rapportages is een auditcommissie ingesteld, bestaande uit  
Prof. Dr. P.L. de Boer -hoogleraar Sedimentologie Rijksuniversiteit Utrecht  
Prof. Dr. C.H.R. Heip -hoogleraar Mariene Biologie Rijksuniversiteit Gent  
Prof. Dr. W.J. Wolff -hoogleraar Mariene Biologie Rijksuniversiteit Groningen

Hun opmerkingen en de wijze waarop deze zijn verwerkt zijn in het volgende weergegeven. De verwerking van de opmerkingen is cursief geplaatst. De genoemde referenties zijn in de referentielijst opgenomen.

### **OORDEEL OVER DEELRAPPORT F 4A 'INVLOED VAN KOKKELVISSERIJ OP MOSSELZAADVAL EN ONTWIKKELING VAN MOSSELBANKEN IN DE WADDENZEE'**

**door A.G. Brinkman, B.J. Kater, G. Aarts & J.M.D.D. Baars**

Rapport F 4a 'Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken in de Waddenzee' van het EVA II project beoogt na te gaan of kokkelvisserij invloed heeft op de zaadval van mosselen in het daaropvolgende jaar.

Het rapport geeft op wetenschappelijk verantwoorde wijze weer welke analyses door de auteurs zijn uitgevoerd en tot welke conclusies die leiden. Ondanks de onzekerheden en de beperkte dataset waarmee moest worden gewerkt, komen de auteurs tot weloverwogen en acceptabele conclusies. Daarbij wordt vrij spaarzaam naar de literatuur verwezen, doch wellicht is er niet meer relevante literatuur te vinden. De audit-commissie onderschrijft de conclusies in de hoofdstukken 5, 7.4 en 8.

Het rapport zou overzichtelijker kunnen worden ingedeeld. In plaats van deel A, B en C te noemen, zou beter kunnen worden verwezen naar de corresponderende hoofdstuknummers. De bijlagen zouden beter genummerd kunnen worden als Bijlage 1, Bijlage 2 enz.

*Verwerking: de suggestie is overgenomen*

De kaarten, tabellen en figuren in de bijlagen nummeren waarschijnlijk door vanuit de hoofdtekst, maar dat blijkt niet overal te kloppen. Sommige figuren zijn helemaal niet genummerd. De tabellen in bijlage 8.3 dienen te worden voorzien van een bijschrift waarin de inhoud van de tabel wordt uitgelegd.

*Verwerking: er bleken nogal wat inconsistenties in de nummering aanwezig te zijn. Tabellen, figuren, kaarten en vergelijkingen zijn alle nagelopen en de nummering is verbeterd.*

Paragraaf 1.5. De verwijzing naar *Lanice conchilega* als mogelijk substraat voor mosselzaadval is interessant en is elders in EVA II weinig of niet aan bod gekomen.  
*Verwerking: oorspronkelijk was onderzoek naar substraat voor mosselzaad onderdeel van deelprojecten F5 en F6, maar die zijn later vrijwel geheel gericht op de effecten van gedeeltelijke bevissing van mosselbanken en op de bestandsontwikkelingen door de jaren heen. We onderschrijven dat het jammer is dat aan het onderdeel "mogelijke substraten" binnen EVA-II geen onderzoek is verricht.*

Zoals de auteurs zelf aangeven (paragraaf 1.6) is door hen alleen gekeken naar grootschalige effecten. Daarmee leggen zij zich zelf een ernstige beperking op. Hun foto 1 (paragraaf 1.6) laat een situatie zien waarin een jaar na het vissen van kokkels mosselzaad in een bevestigd gebied blijkt te zijn gevallen, echter met uitzondering van de vissporen. Eenzelfde situatie beschrijft Hiddink (2003) van een ander deel van de Waddenzee: mosselzaad vestigt zich in een intensief bevestigd gebied een jaar later uitsluitend op plekken die niet door de vissporen zijn geraakt. Deze twee waarnemingen suggereren dat op die delen van het wad die door een kokkelkor zijn geraakt het volgende jaar (de volgende jaren?) geen zaadval van mossels mogelijk is.

*Verwerking: daar waar het om vissporen zelf gaat is de interpretatie van de waarnemingen lastig, en wel om twee redenen.*

*Ten eerste betreffen beide waarnemingen (de effecten van de vissporen volgens foto 1, én die volgens Hiddink) de toestand 1 jaar na bevissing. In hoeverre broedval daadwerkelijk níet plaatsvond in die vissporen, is volstrekt onduidelijk; immers, het is goed denkbaar dat predatie op gevallen broed juist in de sporen -die bij laagwater ook water blijven bevatten, en waar ongetwijfeld concentraties garnalen zullen overtijen- veel sterker is dan daarbuiten. Met als gevolg geen opgroeiende mosselen in de sporen, maar wel erbuiten.*

*Ten tweede is het reëel zich af te vragen hoe nadelig het is dat lokaal géén mosselbroed tot ontwikkeling komt als in de onmiddellijke omgeving wél groei plaats vindt.*

*Hiddink beschijft echter ook een ander fenomeen, namelijk dat buiten het bevestigde gebied geen mosselbroed tot ontwikkeling komt (of niet valt, maar zoals gezegd is daartussen beslist geen onderscheid te maken): "the border of the high density area approximately coincided with the border of the unfished area". Zijn waarneming (al is het een N=1-waarneming) gaat daarmee een stap verder dan de al dan niet ontwikkeling van mosselen in vissporen. Het bevestigde gebied bevat ook onbevestigde delen, maar ook daar komt blijkbaar geen mosselbank tot ontwikkeling. Wat dat betreft lijkt er een discrepantie te bestaan tussen zijn waarneming en de conclusies van dit deelproject F4a. Echter, in bijlage 10, jaar 2000/2001 wordt aangegeven dat een hoge graad van bevissing gemiddeld negatief uitpakt voor de ontstaanschansen van mosselbanken.*

*Dit onderdeel (wat is het lokale effect van bevissing) was ook indertijd onderdeel van deelproject F6 van EVA-II, maar dat onderdeel is in de loop van het project veranderd in een onderzoek naar de bestandsontwikkeling van mosselbanken door de decennia heen, een gevolg van de prioriteitenkeuze binnen EVA-II.*

*De referentie naar Hiddink's artikel is bijgevoegd.*

In rapport C4 wordt echter gemeld dat mosselzaadval evenzeer op een bevestigd als een onbevestigd gebied plaatsvond (maar is daar onderscheid gemaakt tussen vissporen en het omringende gebied?).

*Verwerking: In rapport C4 (Wegvisexperiment Ameland, Ens, De Jong & Ter Braak, 2003, concept) wordt geconstateerd dat mosselbroedval in 2001 (waargenomen als mosselen in het najaar van 2001) zich niets aantrekt van de al dan niet bevissing (die vrij fors is geweest), maar een opmerking over vissporen ontbreekt in het rapport. In detail wordt geconstateerd dat er zelfs wat meer broedval plaats vindt in het beviste gebied dan in het onbeviste, er na een jaar niets was overgebleven in het beviste gebied, en nog iets in het onbeviste gebied. Naar effecten in vissporen zelf is niet gekeken, maar wel wordt opgemerkt (De Jong, pers. med) dat een jaar na dato van vissporen niet veel meer te zien was.*

De auditcommissie betreurt dat niet is gekeken naar effecten op kleine schaal; dat zou de interpretatie van de waargenomen effecten ongetwijfeld verbeteren.

*Verwerking: we zijn het ermee eens dat door detailwaarnemingen de interpretatie aanzienlijk verbeterd zou zijn geweest.*

Paragraaf 4.5, “De verklarende variantie van het model voor de mosselbiomassa bedraagt 9.14 %.” De auditcommissie neemt aan dat bedoeld wordt dat het model 9.14 % van de variantie verklaart. Dat is wel erg weinig. Toevoegen van kokkelvisserij verhoogt de waarde een beetje. Feit blijft dat het grootste deel van de variantie dus niet verklaard wordt.

*Verwerking: 1) de verwoording is aangepast, 2) kokkelvisserij verklaart inderdaad niet erg veel van de waargenomen variantie. Overigens moet niet vergeten worden dat door de aard van de mosselbankwaarnemingen (0 of 1) en de aard van de voorspelling (de kans op een mosselbank) niet verwacht kan worden dat de verklaarde variantie erg groot wordt.*

Paragraaf 5.1. In 1996 wordt significant meer mosselzaadval waargenomen in in 1995 beviste gebieden, maar in 1999 is het omgekeerde het geval. Kan hier niet een poging tot verklaring gedaan worden? Heeft dit bijvoorbeeld te maken met de hoogteligging?

*Verwerking: 1) In deel A wordt alleen naar locaties gekeken waar kokkelbanken hebben gelegen. Allerlei andere factoren (habitatkenmerken e.d. zijn daar niet in betrokken (dat is in deel B gebeurd). Daarom kan in deze paragraaf niet geprobeerd worden verklaringen te vinden voor de waargenomen verschillen*

Opmerkelijk is dat de mosselbiomassadichtheid significant hoger blijkt te zijn in gesloten gebied (paragraaf 5.2). De gepresenteerde data maken duidelijk dat dit verschil in dichtheid niet het gevolg kan zijn van bevissing in het open gebied. In het rapport wordt echter geen opheldering gegeven m.b.t. de vraag of het verschil zijn oorzaak zou kunnen hebben in de oorspronkelijke keuze voor open en gesloten gebieden.

*Verwerking: de reden van dit verschil is niet goed bekend. Er is berekend (Leopold et al, 2003; EVA-II-deelrapport C1/3) wat de gemiddelde waarde is van de kans op mosselbanken volgens de mosselhabitatkaart (Brinkman & Bult, 2003), en die berekening gaf aan dat er geen noemenswaardig verschil is tussen de 25% in 1993 gesloten gebieden en de rest van de platen in de Waddenzee. Het gaat te ver om op deze plek te speculeren over andere mogelijke oorzaken.*

Paragraaf 6.2. De gridcellen hier zijn 50x50 m, de kokkelgridcellen uit de eerdere hoofdstukken zijn 250x250m. Wat is de relatie?

Verwerking: de keuze voor een grootte van een gridcel wordt in het ideale geval bepaald door de resolutie van de beschikbare data. Hier heeft het meer met verwerkingsmogelijkheden en snelheid te maken, en met hoe in eerder projecten gridcellen zijn gekozen. Het 250\*250 m grid is uit praktische overwegingen zo gekozen; het 50\*50 m grid is al eerder (mosselhabitatkaart F2, Brinkman & Bult, 2003) kokkelhabitatkaart (H3, Kater et al, 2003) gebruikt, en het was praktisch om dezelfde bestanden

Paragraaf 6.2. Met behulp van een GIS systeem wordt vastgesteld of er een kokkel- en of een mosselbank aanwezig is? Bedoeld wordt dat deze grids worden ingevuld/opgevuld (wat is de juiste GIS-term?) met behulp van data in een GIS systeem.

Verwerking: als het gaat om het voorkomen van een kokkelbank wordt mbv GIS gekeken welk deel van de gridcel samenvalt met een kokkelbank. Is dat >50% dan is in de gridcel een kokkelbank aanwezig, is het minder dan niet. Idem voor mosselbanken. Dat is ook een reden om de gridcel niet te groot van omvang te laten zijn: de data-dispersie zou anders te groot kunnen zijn.

*De dichtheid aan kokkels, en de habitatgeschiktheid voor kokkelbanken of mosselbanken zijn alle drie beschikbaar als gridcel-data, in dezelfde resolutie. Dus daar hoeft geen transformatie plaats te vinden.*

*De intensiteit van kokkelvisserij is beschikbaar voor vakken van 1' bij 0.5'. Voor elke gridcel is gescoord wat de gemiddelde visserij-intensiteit is volgens die 1' \* 0.5' -vakken. Hierbij vindt dus tevens een coördinatentransformatie plaats.*

*Deze tekst is in iets gewijzigde vorm aan sectie 7.2 resp. 7.5 toegevoegd.*

Dit GIS systeem moet dan wel de data op deze zeer kleine ruimtelijke schaal bevatten. Blijkbaar is er inderdaad een transformatie c.q. interpolatie van de data gebeurd. Een verwijzing naar het rapport waarin wordt gezegd hoe de data bekomen zijn en hoe ze getransformeerd/geïnterpoleerd zijn ware hier op zijn plaats.

Verwerking: de plekken waar kokkelbanken en mosselbanken voorkwamen zijn zo goed mogelijk gelocaliseerd, waarbij er uiteraard onnauwkeurigheden optreden. Met name oudere data zijn natuurlijk niet op 50m nauwkeurig. Maar het gebruik van een 50\*50 m grid zorgt ervoor dat de uiteindelijk gebruikte data niet (of nauwelijks) onnauwkeuriger worden dan de basisdata.

De visserijdata zijn door Kamermans et al voorbereid, en gepubliceerd in EVA-II deelrapport A1 (Kamermans et al, 2003a)

Met name paragraaf 7.3.2 zou kunnen profiteren van een redactionele bewerking. Er wordt een Tabel 14 gepresenteerd, maar de bespreking in de tekst blijkt te horen bij Bijlage 8 (aangeduid als 8.3). Ook het bijschrift van de tabel blijkt grotendeels niet op de tabel maar op de bijlage te slaan.

*Verwerking: de paragraaf is aangepast. Een deel is naar bijlage 5.4 verplaatst, en daardoor leest de paragraaf wat minder moeilijk. Het tabelbijschrift is verbeterd.*



## Detailopmerkingen

Paragraaf 1.2: Het is onwaarschijnlijk dat kokkelvisserij op het wad in 1870 is begonnen; veel aannemelijker is dat deze toen pas voor het eerst werd vermeld.

*Verwerking: dit is nu ook zo vermeld.*

Paragraaf 1.2: Bij de beschrijving van de werking van de kokkelkor zou het 'losspuiten' van de kokkels moeten worden vermeld.

*Verwerking: is toegevoegd.*

Paragraaf 1.3: De plaatsen van kokkelvestiging op het wad hoeven niet dezelfde te zijn als de plaatsen van het latere kokkelvoorkomen.

*Verwerking: dit is waar. Het is ook langdurig onderwerp van discussie geweest binnen EVAIII-deelproject H3 (kokkelhabitatkaart, Kater et al, 2003). De tekst is aangepast.*

Paragraaf 1.4: in de laatste zin van de eerste paragraaf ontbreekt een woord, 'van een ontwikkelende ?mosselbank? meestal niet ten goede'.

*Verwerking: dit is verbeterd*

Paragraaf 2.5: er wordt uitgegaan van 'een random-beweging van de boten'. Zonder toelichting is dat een onbegrijpelijke mededeling; eventueel ware te verwijzen naar de bijlage waar dit wordt uiteengezet.

*Verwerking: dit is gedaan. De term 'random is uit de tekst verwijderd.*

Paragraaf 3.3 en elders: af en toe wordt de term 'verklarende variantie' gebruikt, dit moet waarschijnlijk zijn 'verklaarde variantie'.

*Verwerking: dit is juist en is verbeterd*

Eerste en tweede graadsterm in de lijst met variabelen vraagt nadere toelichting.

*Verwerking: dit is verbeterd*

Paragraaf 4.4.1. Betekent het middelen van de intensiteiten van kokkelvissen wanneer er verschillende waarden zijn gevonden, dat deze visserijactiviteiten ruimtelijk gescheiden waren? Dat je in een grid langs de ene kant een andere waarde vindt dan langs de andere kant bv.? Dit zou beter moeten toegelicht worden.

*Verwerking: de tekst is iets aangepast. Waar het om gaat is dat de 250\*250 m vakken waar het in deel A om draait, niet samenvallen met de 0.1\*0.1'(lengte- maal breedteminuut) vakken waarvoor de visserij-intensiteit aangeleverd is geweest. Met GIS is relatief eenvoudig het oppervlakte-aandeel van elke visintensiteit-vak in elke 250\*250 m gridcel te bepalen, en dus ook een rekenkundig gemiddelde van de relevante visserij-intensiteiten te berekenen voor zo'n 250\*250 m gridcel. .*

Paragraaf 4.4.2, voorlaatste regel op blz. 23: "waarbij getracht werd een significante lineaire relatie te vinden..." Dat zal wel niet de bedoeling geweest zijn.

Verwerking: De manier waarop het weergegeven is klopt inderdaad niet, en dit is aangepast.

Paragraaf 4.4.2: hier wordt gesteld dat logistische regressie significante relaties laat zien. Hoewel de hiermee gesuggereerde causale relaties verderop in het rapport

worden genuanceerd, wordt hiermee de indruk gewekt dat op de één of andere manier kokkelvisserij van invloed is op het ontstaan van mosselzaadbanken, de ene keer in positieve, de andere keer in negatieve zin. Tabel 4 laat zien dat in de 4 geanalyseerde jaren twee geen significante beelden laten zien en de andere twee een tegengesteld beeld. De commissie vraagt zich af of in geval van 2 variabelen (intensiteit visserij en ontstaan van mosselzaadbanken) die in de tijd sterk, random en onafhankelijk van elkaar, variëren, een beeld als geschetst in tabel 4 niet voor de hand liggend is.

*Verwerking: 1) De bewoording is aangepast. 2) Het is juist de bedoeling van deze exercities om uit te zoeken in hoeverre het beeld juist niet random is en er dus misschien wél aanwijzingen gevonden kunnen worden voor een causaal verband tussen kokkelvisserij en een verbeterde of verslechterde kans op mosselzaadval.*

Paragraaf 4.5: de figuren 3 en 4 zeggen weinig als niet de overige punten zonder mossels worden weergegeven.

Verwerking: Voor de mosselbiomassa in het voorjaar na mosselzaadval zijn alleen die punten gebruikt die binnen een mosselbank vallen aangezien dit van toepassing is op deelvraag 2. De monsterpunten die buiten een mosselbank zijn gelegen zijn hierbij niet meegenomen.

De m.b.t. stroomsnelheid en mediaan gesuggereerde relaties worden door de commissie niet herkend in de figuren 3 en 4. Deze figuren wekken de indruk dat verwijdering of toevoeging van een extreem punt kan leiden tot heel andere statistische relaties.

*Verwerking: Het gebruikte model was ook niet duidelijk. Maar het betreft een vergelijking  $\text{dichtheid} = \exp(\text{fie})$ . En deze fie bevat de genoemde termen ( $M16 * M16$ , etc). In paragraaf 4.5 is het uiteindelijk gebruikte model uitgelegd. Omdat de mediane korrelgrootte ( $M16$ ) als kwadraat voorkomt, komt de gesuggereerde relatie goed overeen met de gepresenteerde punten. Vwat komt alleen in combinatie met  $M16$  voor, en wanneer de berekende dichtheden tegen Vwat worden uitgezet, zoals in fig. 3 gedaan is, resulteert óók een Gauss-achtige figuur. Hierbij speelt ongetwijfeld dat grote Vwat-waarden én grote  $M16$ -waarden vaak samengaan.*

Paragraaf 7.1.1, tweede regel: van jaar tot jaar. *Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 7.1.2, zevende regel: “de helft van de jaren ~~dat~~ de gemiddelde ...”  
*Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 7.1.3, vijfde regel: “Met name ~~die~~ in de gesloten ...” *Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 7.1.5, eerste regel: “welke” in plaats van “elke” *Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 7.3.2, p. 61: er zijn twee tabellen 14 (ook op p. 68). *Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 7.2.5, Figuur 9: Aan het onderschrift ware de steekproefgrootte toe te voegen.

*Verwerking: die is  $1/17$  van het toale aantal gridcellen =  $1/17 * (\text{ongeveer}) 500.000 = 30.000$ . Dit is aan het onderschrift toegevoegd.*

Paragraaf 7.2.7: kan de "afhankelijkheid" in de tweede zin niet beter worden omschreven als "statistisch relevante correlatie" om daarmee geen misverstanden te krijgen over al dan niet causale verbanden? *Verwerking: Is op deze wijze ook verbeterd*

Paragraaf 7.4, derde regel: "dat" in plaats van "die". Vervang "In het andere geval" door "Als de kokkeldichtheid laag is". *Verwerking: Is verbeterd*

Paragraaf 8.1: kan i.p.v. "samenloop van omstandigheden" ook sprake zijn van externe factoren die positief dan wel negatief werken op zowel kokkelbiomassadichtheid als de vestiging van mosselzaad?

*Verwerking: met 'samenloop van omstandigheden' wordt geduid op bijvoorbeeld de mogelijkheid dat er soms het meest intensief gevestigd wordt op locaties die voor mosselbanken het geschiktst zijn, of soms juist omgekeerd. Daarnaast speelt een rol dat de omgevingskarakteristieken voor de mosselbroedval van 1999 nogal verschillen van die van de broedval van 1996 (Brinkman & Bult, 2003). Gemiddeld voldoet de mosselhabitatkaart goed, maar er zijn van jaar tot jaar verschillen. En zo zullen meer min of meer toevallige variaties ene rol spelen, waarvan de oorzaken niet goed bekend zijn.*

Bij figuur 13 ontbreken de aanduidingen van de onderzochte jaren.

*Verwerking: de jaren zijn bij deze figuur wel degelijk vermeld, alleen stonden ze boven de figuur in plaats van in het bijschrift. Dat was blijkbaar verwarrend, en is daarom verbeterd.*

In paragraaf 8.1 wordt voor de tweede maal (vgl. 7.3.2) een tabel 14 gepresenteerd. In de tabel staat de aanduiding 'xxx' die niet wordt verklaard.

*Verwerking: dit is inderdaad storend. Het punt is dat voor de jaren 1994 en 1996 geen locaties van kokkelbanken bekend waren (althans: ten behoeve van dit onderzoek waren die locaties nog niet gedigitaliseerd) en dus de analyses niet zijn uitgevoerd. In de tabel is aangegeven wat bedoeld wordt.*

In de 'Verklarende woordenlijst' ontbreken de statistische termen.

*Verwerking: een aantal termen is toegevoegd aan de lijst, maar niet alle. De lezer wordt verwezen naar een handboek (een handig uitlegwerk is dat van Oude Voshaar, J.H. Statistiek voor onderzoekers Wageningen Pers, Wageningen).*

Utrecht / Yerseke / Haren, 6-1-2004

Prof.dr. P.L. de Boer

Prof.dr. C.H.R. Heip

Prof.dr. W.J. Wolff

**Verwerking:**

Texel, 23-4-2004

Dr. ir. A.G. Brinkman

