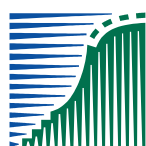


Samenvattingen rapporten EVA2



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/ *RIKZ*
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/ *RIZA*



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

Inhoudsopgave

1	Onderzoeksplan EVA II	7
2	Visserij inspanning	9
3	Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee	11
4	Evaluatie van voedselreservering voor Eidereenden in de Waddenzee	15
5	Prooibesikbaarheid en alternatieven voor vogels die grote schelpdieren eten	19
6	De effecten van mechanische kokkelvisserij op de benthische macrofauna en hun habitat	25
7	Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze	29
8	Resultaten kokkelvisexperiment Ameland	31
9	Korte Termijn Advies Voedselreservering Oosterschelde	35
10	Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde	39
11	Veranderende draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels	45
12	Heeft mechanische kokkelvisserij invloed op de ontwikkeling van zeegras in de Nederlandse Waddenzee?	53
13	Mosselbanken: Kenmerken, Oppervlaktebepaling en Beoordeling van Stabiliteit	55
14	Samenvatting Geschikte eulitorale gebieden in de Nederlandse Waddenzee voor het voorkomen van meerjarige natuurlijke mosselbanken	57
15	Invloed van kokkelvisserij op mosselzaadval en ontwikkeling van mosselbanken in de Waddenzee.	61
16	Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee	63
17	Gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken – een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw.	67
18	Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee	71
19	Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999	73
20	Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee	75
21	Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden WZ, OS, WS	79
22	Kokkelhabitatkaarten voor de Oosterschelde en de Waddenzee	81
23	Invloed van natuurlijke factoren en kokkelvisserij op de dynamiek van bestanden aan kokkels en nonnen in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde	83

Woord vooraf

Het onderzoek naar de effecten van de schelpdiervisserij in de kustwateren (EVA II) heeft ruim twintig deelrapporten opgeleverd. De samenvattingen van de deelrapporten zijn gebundeld in deze publicatie.

Bij het samenstellen van deze publicatie is uitgegaan van de rapporten zoals die op 24 december 2003 beschikbaar waren op de website: www.minlnv.nl/eva2. Van enkele rapporten is nog geen definitieve versie beschikbaar en de rapporten op de website zijn in pdf format opgemaakt. Daarom wordt de lezer bij deze geattendeerd op de volgende zaken:

- De definitieve versie van enkele rapporten is nog niet beschikbaar. Voor de meest recente versie wordt de lezer verwezen naar www.minlnv.nl/eva2. Mogelijke opmerkingen van de audit commissie worden nog verwerkt in dergelijke rapporten. Per rapport is aangegeven wat de status van het rapport is.
- Bij het omzetten van de pdf versie naar deze word versie kunnen gaan een aantal tekens, zoals ±, ÷, ≡, - . In enkele gevallen worden dergelijke tekens verkeerd weergegeven. Ondanks een zorgvuldige controle op de weergave wordt de lezer op deze mogelijke onvolkomenheden geattendeerd.
- Grafieken figuren en kaarten zijn niet overgenomen in deze publicatie. Daarvoor wordt de lezer verwezen naar de gedrukte versie van de publicaties die begin 2003 allen beschikbaar zijn of naar www.minlnv.nl/eva2.
- In samenvattingen zitten verwijzingen naar plaatsen in het oorspronkelijke rapport. Zo mogelijk zijn deze verwijzingen verwijderd of is aangegeven dat een dergelijke verwijzing verwijst naar het oorspronkelijke rapport.

1 Onderzoeksplan EVA II

Status: definitief, februari 2000

In 1993 is in Nederland een nieuw schelpdiervisserijbeleid ingezet op basis van de in 1992 verschenen Structuurnota Zee- en Kustvisserij. De hoofddoelstelling van dit nieuwe beleid luidt: een evenwichtige exploitatie van de visbestanden (inclusief schelpdieren) en het bevorderen van een verantwoorde visserij, waarbij voldoende rekening wordt gehouden met de waarde van andere functies van de gebieden waarin wordt gevestigd. Voor de Waddenzee en Oosterschelde gaat het dan om de hoofdfunctie van deze gebieden: natuur. In deze gebieden is visserij alleen toegestaan als die hoofdfunctie natuur niet wezenlijk wordt aangetast. Een aantal gebieden is permanent gesloten voor de schelpdiervisserij. Daarnaast wordt een deel van het schelpdierbestand gereserveerd voor de vogels die grote schelpdieren eten: de scholekster en de eidereend. Bij zeer lage schelpdierbestanden wordt de visserij gesloten. Bij de tussentijdse evaluatie in 1998 waren de meningen sterk verdeeld over het antwoord op de vraag of het nieuwe beleid voldoende garanties bood voor de natuur. Op basis van die tussentijdse evaluatie is het beleid aangepast: extra sluiting van droogvallende platen voor bodemberoerende visserij in de Waddenzee op de locaties met de hoogste kans voor het ontstaan van mosselbanken en een ophoging van de voedselreservering voor vogels in de Oosterschelde. In 2003 zal een grondige evaluatie van het beleid plaatsvinden, zodat een politiek besluit genomen kan worden over de toekomst van de mechanische kokkelvisserij en de omvang van de schelpdiervisserij. Het voorliggende onderzoeksplan, opgesteld door een samenwerkingsverband van ALTERRA, RIVO en het RIKZ in opdracht van de ministeries van LNV en V&W, beschrijft het ecologische en sedimentologische onderzoek dat nodig is om in 2003 een verantwoorde beslissing te kunnen nemen.

In hoofdstuk 2¹ wordt de vraagstelling besproken en het verband met de tussentijdse evaluatie in 1998. In appendix I zijn de vragen en de conclusies van die tussentijdse evaluatie te vinden.

Kort samengevat komen de beleidsvragen die ten grondslag liggen aan het voorliggende onderzoeksplan op het volgende neer:

1. Wat zijn de effecten van de schelpdiervisserij op de natuurwaarden?
2. Hebben de beleidsmaatregelen het beoogde effect gehad?
3. Wordt voldaan aan de internationale verplichtingen?
4. Zijn er mogelijkheden om de schadelijke effecten te verminderen?

Het onderzoeksplan bestaat deels uit een voortzetting van de voor de tussentijdse evaluatie in gang gezette onderzoeken. Tien jaar (van 1993 toen het nieuwe beleid werd ingezet tot de evaluatie in 2003) lijkt lang, maar is in feite kort vanwege de grote natuurlijke fluctuaties van jaar op jaar in de te onderzoeken gebiedengebieden. Strenge winters (die gemiddeld eens in de zeven jaar voorkomen) leiden tot massale sterfte onder de schelpdieren en andere fauna, maar na een strenge winter is er vaak sprake van een zeer sterke broedval van schelpdieren. Behalve voortzetting van in 1993 begonnen onderzoek wordt in dit nieuwe plan veel aandacht besteed aan de mogelijkheid dat de mechanische schelpdiervisserij leidt tot permanente en grootschalige veranderingen van het ecosysteem. Onderzoek naar deze grootschalige effecten op lange termijn is zowel zeer moeilijk als zeer belangrijk.

In hoofdstuk 3¹ wordt dieper ingegaan op de natuurwaarden die beschermd moeten worden en de verschillende nationale en internationale kaders waarbinnen die bescherming is vastgelegd, zoals de EU-Vogelrichtlijn en de EU-Habitatrichtlijn. Trekvogels vormen een belangrijk onderdeel van de internationale natuurwaarden. In appendix II wordt uit de doeken gedaan waarom het onderzoek zich niet kan beperken tot de vogels die grote schelpdieren eten, te weten de eidereend en de scholekster, maar ook ruim aandacht moet besteden aan de vogels die op de wadplaten naar ander voedsel zoeken, zoals bijvoorbeeld de kanoetstrandloper en de rosse grutto. Op dit moment kan namelijk niet worden uitgesloten dat mechanische schelpdiervisserij belangrijke effecten heeft op de biotopen (mosselbanken, kokkelbanken, zeegrasvelden en onbegroeide slikplaten) waarin deze vogels naar voedsel zoeken.

¹ Van het oorspronkelijke rapport.

In hoofdstuk 4² worden de bewezen en veronderstelde effecten van de verschillende vormen van schelpdiervisserij (handmatige kokkelvisserij, de mechanische kokkelvisserij en de mechanische mosselvisserij) op de natuurwaarden (gewone en grijze zeehonden, schelpdieretende vogels, andere wadvogels, mosselbanken, kokkelbanken en zeegrasvelden) geïnventariseerd. Er is vooral veel discussie over de grootschalige effecten op lange termijn. De in hoofdstuk 2 uit het projectplan EVA II overgenomen beleidsvragen worden

In hoofdstuk 5² op basis van de inzichten uit hoofdstukken 3 en 4 vertaald naar onderzoeksvragen, waarop door wetenschappelijk onderzoek een antwoord verkregen kan worden. Er wordt aangegeven welke deelprojecten nodig zijn om een bepaalde onderzoeksvraag te beantwoorden. Er wordt ook aangegeven welke onderzoeken buiten het kader van dit onderzoeksplan vallen.

In hoofdstuk 6² wordt een opsomming gegeven van lopende onderzoeken van de betrokken onderzoeksinstituten, die van direct belang zijn voor de in dit plan genoemde onderzoeksvragen.

Hoofdstuk 7² is in feite de kern van het onderzoeksplan. Volgens een vast schema worden de verschillende deelprojecten samengevat, die moeten worden uitgevoerd om de onderzoeksvragen te beantwoorden (uitgebreide beschrijvingen van elk van de deelprojecten zijn op aanvraag beschikbaar). Om te beginnen is het belangrijk dat er een goede beschrijving komt van de jaarlijkse visserij-inspanning, al was het alleen maar omdat veel van de volgende deelprojecten informatie nodig hebben over die visserij-inspanning. Activiteiten van vissers kunnen leiden tot directe verstoring van voedselzoekende of rustende vogels en zeehonden, maar aan het onderzoek hiernaar wordt geen prioriteit gegeven. Schelpdiervisserij zorgt per definitie voor een directe verlaging van het voedselaanbod voor vogels die van grote schelpdieren leven, te weten de scholekster en de eidereend. Het beleid van voedselreservering is erop gericht de negatieve effecten voor de vogels van deze concurrentie om schelpdieren te minimaliseren. Dat gebeurt door het sluiten van de visserij in jaren met een zeer laag voedselaanbod en het beperken van de visserij in jaren met een iets minder laag voedselaanbod. Twee deelprojecten richten zich op de evaluatie van het beleid van voedselreservering in respectievelijk Waddenzee en Oosterschelde. Om dit goed te kunnen doen is ook informatie nodig uit deelprojecten die zich richten op de effecten van de schelpdiervisserij op de omvang en de dynamiek van de schelpdierbestanden. Veruit het moeilijkst te onderzoeken zijn de langdurige en indirecte effecten op de bodembiotopen, met name de wadplaten, kokkelbanken, mosselbanken en zeegrasvelden en de wadvogels die van die bodembiotopen afhankelijk zijn. Een hele serie in elkaar grijpende deelprojecten richt zich op deze lastige materie. Analyse van historische gegevens zal moeten uitwijzen of het waar is dat de Waddenzee zandiger is geworden. Als dat inderdaad wordt vastgesteld kan het best zijn dat dit niet aan schelpdiervisserij ligt, maar andere oorzaken heeft. Daarom zijn ook experimentele studies nodig aan het effect van de mechanische schelpdiervisserij op de sedimentsamenstelling. Van een eventueel door visserij veroorzaakte verandering in sedimentsamenstelling moet vervolgens gekeken worden of en hoe zo'n verandering doorwerkt op de bodemdieren en de vogels die van die bodemdieren leven. Alleen een goed onderzoeksmanagement kan ervoor zorgen dat een omvangrijk en ingewikkeld onderzoeksproject als hier beschreven met succes wordt afgesloten. Er wordt dan ook uitgebreid aandacht besteed aan dat management en de wijze waarop de verschillende deelprojecten geïntegreerd moeten worden.

² Van het oorspronkelijke rapport.

2 Visserij inspanning

Rapport A1

Status: eindrapport november 2003

Auteurs: Kamermans, Schuiling, Baars en Van Riet

In het kader van de evaluatie structuurnota fase II is informatie nodig over de omvang van de schelpdiervisserijactiviteiten in Waddenzee en Zeeuwse Delta, de wijze van vissen, de vangsten, de locatie van vissen en de bodemberoering. Dit rapport heeft vooral een beschrijvend karakter. Een gedetailleerde analyse van de factoren die invloed uitoefenen op de visserij-inspanning, ofwel het gedrag van de vissers, zal in deelproject A2 aan de orde komen.

Wijze van vissen op kokkels en mosselzaad

- Het mechanisch vissen op kokkels gebeurt met één of twee zuigkorren. Handmatige visserij vindt plaats met een beugel met tanden waaraan een net is bevestigd. De visserij op mosselzaad wordt uitgevoerd met mosselkorren.

Vangsten van kokkels en mosselzaad

- In de periode 1992 - 2001 varieerde de kokkelvangsten van de mechanische kokkelvisserij van 9.96 miljoen kg vlees in 1998 tot 0.84 miljoen kg vlees in 1996. De handkokkelvangsten varieerde van 0.55 miljoen kg vlees in 1999 tot 0.05 miljoen kg vlees in 1995. De mosselzaad vangsten varieerde van 65 miljoen kg versgewicht in het voorjaar van 1998 tot 6 miljoen kg versgewicht in het voorjaar van 2001.

Locatie van vissen op kokkels en mosselzaad

- In de Oosterschelde zijn de belangrijkste gebieden voor kokkelvisserij de Roggenplaat, de Vondelingeplaat en de Hooge Kraaijer; in de Westerschelde zijn dat de Hooge Platen en de Lage Springer; in de Waddenzee het Friese wad, het Molenrak en de Meep. De visserij op mosselzaad vindt voornamelijk plaats in het zuidoostelijke deel van de westelijke Waddenzee.

Bodemberoering en visgebied bij vissen op kokkels en mosselzaad

- Bij de bodemberoering door kokkelvisserij is onderscheid gemaakt tussen het bevist oppervlak (dus het deel van de bodem van bepaald registratiegebied dat uit vissporen bestaat: bodem één of meer keren geraakt door het mes), en het visgebied (dus het aantal registratiegebieden waar een schip is geregistreerd, d.w.z. inclusief het oppervlak tussen vissporen: bodem geraakt en niet geraakt samen). De grootte van het visgebied is sterk afhankelijk van de keuze van de grootte van het registratiegebied.
- Voor de jaren dat is gevist en registraties met de black box plaatsvonden is het bevist oppervlak en het visgebied voor de verschillende wateren weergegeven in Tabel S.
- Het visgebied voor mosselzaad varieerde in de periode najaar 1996 tot en met voorjaar 2002 van ca. 16800 ha in het najaar van 1998 tot ca. 2100 ha in het voorjaar van 2001. In het najaar van 1998 en 2000 is niet gevist

Tabel 5. Het bevestig oppervlak en het visgebied van de kokkelvisserij in hectaren en als percentage van het litoraal en het sublitoraal in de jaren dat is gevist met een black box in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Hierbij is uitgegaan van registratiegebieden van 2.11 ha en bevinging vanaf 3% bevestig oppervlak.

Jaar	Bevestig oppervlak kokkelvisserij				Visgebied kokkelvisserij			
	Lit(%)	Lit(ha)	Sublit (%)	Sublit(ha)	Lit(%)	Lit(ha)	Sublit(%)	Sublit(ha)
Waddenzee								
1992	0.7	852	0.4	493	1.6	2026	1.4	1648
1993	1.3	1630	1.2	1448	4.3	5387	1.9	4731
1994	1.4	1688	0.5	549	4.2	5220	0.9	2234
1995	2.0	2424	0.9	1088	7.4	9174	2.0	4895
1997	0.0	0	1.3	1579	0.0	0	1.6	4053
1998	1.3	1616	1.9	2194	4.5	5629	2.7	6640
1999	1.8	2183	0.4	465	5.0	6191	0.8	1916
2000	1.7	2137	0.5	636	6.1	7499	1.3	3138
2001	1.4	1704	0.1	116	5.0	6136	0.2	616
Gemiddeld	1.3		0.8		4.3		1.4	
Oosterschelde								
1992	4.6	523	0.1	15	13.6	1540	0.8	194
1993	2.1	236	0.1	27	6.2	701	0.6	143
1994	11.8	1346	0.5	127	23.2	2642	2.7	635
1995	4.3	483	0.1	15	12.8	1460	0.8	181
1996	9.1	1040	0.1	16	21.0	2386	0.6	154
2001	7.0	795	0.1	24	15.5	1711	0.8	192
Gemiddeld	6.5		0.2		15.3		1.1	
Westerschelde								
1997	3.4	283	0.4	86	9.5	793	1.5	743
1998	4.1	345	1.1	260	11.4	954	2.8	1412
1999	2.9	241	0.7	170	8.9	747	2.2	1114
2000	0.7	60	0.0	6	3.9	325	0.2	97
2001	0.2	18	0.0	1	1.6	137	0.0	17
Gemiddeld	2.3		0.4		7.0		1.4	

3 Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee

Rapport B1

Status: 10 december 2003, eindversie, commentaar audit is verwerkt

Auteurs: Rappoldt, Ens, Dijkman, Bult

Aantalsverloop en voedsel

Het gemiddeld aantal scholeksters dat overwintert in de Waddenzee, berekend voor de maanden september t/m maart, is in de jaren negentig afgenomen van ruim 250.000 tot 170.000. De draagkrachtberekeningen in dit rapport wijzen uit dat deze afname voor een belangrijk deel veroorzaakt is door het vrijwel ontbreken van mosselbanken in de Waddenzee gedurende de jaren negentig. Dat heeft tot gevolg gehad dat de scholeksters veel sterker dan voorheen afhankelijk werden van kokkels en in sommige deelgebieden ook van nonnetjes.

Deze afhankelijkheid betekent niet dat het aantal scholeksters heftig op en neer is gegaan samen met het van nature sterk fluctuerende kokkelbestand. Scholeksters zijn een lang levende vogelsoort en ook in slechte kokkeljaren kunnen de meeste volwassen vogels overleven met behulp van allerlei marginale prooien. Massale sterfte onder de vogels treedt eigenlijk alleen op tijdens ijswinters als alle prooien langere tijd onbereikbaar zijn door de vorst. Het aantal overwinterende scholeksters is dus veeleer het netto resultaat van vestiging van jonge vogels in het Waddengebied, sterfte van jonge en van volwassen vogels, en van emigratie en immigratie van volwassen vogels.

We verwachten dus, ook als het kokkelbestand op de lange termijn het aantal overwinterende scholeksters beperkt, geen éénduidig verband tussen het kokkelbestand en het aantal scholeksters. De rol van andere prooien, fluctuaties veroorzaakt door goede en slechte broedseizoenen, de mogelijke concurrentie met eidereenden, de variatie in de ligging van de kokkelbanken en tenslotte de statistische onzekerheden in de gegevens vormen de oorzaak van een aanzienlijke "ruis" in het verband tussen de kokkelstand en het aantal scholeksters.

Wèl verwachten we dat het aantal overwinterende scholeksters na goede kokkeljaren gemiddeld iets toeneemt en na slechte kokkeljaren gemiddeld afneemt (omdat sommige vogels elders gaan overwinteren bijvoorbeeld). Op die wijze kan zich op den duur een evenwicht instellen tussen de scholekster populatie en een fluctuerend kokkelbestand. Dat lijkt voor de acht zachte winters tussen 1990 en 2001 inderdaad het geval te zijn geweest. Voor de aantallen scholeksters in vijf deelgebieden is er een significant verschil in aantalsontwikkeling tussen de (zachte) winters met een kokkelbestand onder en boven de 200 kg kokkelvlees per vogel. Ook voor de Waddenzee als geheel reageert het aantal scholeksters op de kokkelvoorraad per vogel. Er is echter een kans van 10% dat het gevonden verband op toeval berust. Bij het beoordelen van die kans moet bedacht worden dat het aantal winterseizoenen in de analyse slechts 8 bedraagt en dat het onderscheidend vermogen van de statistiek gering is. Het afwijzen van een verband tussen de aantalsontwikkeling en het kokkelbestand (omdat de kans op toeval groter is dan 5%) is met een waarschijnlijkheid van 69% onjuist.

De Nederlandse scholeksterpopulatie is zowel in de broedgebieden als in de overwinteringsgebieden afgenomen. De oorzaak van de afname zou dus zowel in de broedgebieden, met name de Nederlandse polderlandschappen, als in het wintergebied, d.w.z. de Waddenzee en de Deltawateren, gezocht kunnen worden (of in allebei). Echter, twee goed onderzochte broedpopulaties op respectievelijk Texel en Schiermonnikoog, die voor hun voedselvoorziening geheel en het jaar rond afhankelijk zijn van de Waddenzee en eventueel andere getijdengebieden, zijn ook sterk afgenomen. Om die reden is het aannemelijk dat de oorzaak van de achteruitgang van de scholekster vooral in de Waddenzee en de Deltawateren gezocht moet worden.

Een simulatiemodel

Om meer te kunnen zeggen en ook om de hoeveelheid voedsel die er aan het begin van de winter moet zijn (de ecologische voedselbehoefte) te kunnen schatten, is het foerageren van scholeksters gesimuleerd met behulp van een daartoe geschreven computer programma. De dagelijkse voedselopname van de scholeksters wordt bepaald door de snelheid waarmee de

vogels de schelpdieren kunnen vinden en opeten, door het vleesgewicht van de schelpdieren dat in de loop van de winter behoorlijk afneemt, door de mate waarin scholeksters last hebben van elkaar, en natuurlijk van de droogvalduur van de prooien. De dagelijkse voedselbehoefte van de vogels hangt af van de temperatuur en ook enigszins van het gewicht van de vogels. De schelpdierbestanden zoals aangeleverd door het RIVO specificeren voor een groot aantal plekken het bestand aan kokkels, nonnetjes en mosselen en die plekken hebben elk hun droogvalduur.

Door het rekenwerk aan de voedselopname uit te voeren als een simulatie van de voedselopname van uur tot uur, de hele winter door, kunnen ook andere, subtielere factoren in rekening worden gebracht. In tijden van schaarste laten we de vogels in de polder op wormen foerageren. De snelheid waarmee de vogels hun voedsel kunnen verteren is begrensd en ook hun maaginhoud is begrensd. Daardoor kunnen de vogels bijvoorbeeld niet in heel korte tijd voldoende eten, zelfs al ligt het voedsel voor het oprapen. Verder worden voor de periode 1990-2001 de door het RIKZ gemeten waterstanden en de dagelijkse minimum en maximum temperaturen gemeten door het KNMI gebruikt. Het aantalsverloop van de scholeksters is voor elk van de winterseizoenen geschat door het SOVON op basis van de beschikbare tellingen. De visserij wordt in rekening gebracht via de vangstgegevens en ruimtelijke verspreiding van de visserij wordt afgeleid van de black box gegevens.

Enkele belangrijke processen zijn echter moeilijk te kwantificeren. In strenge winters is door ijsvorming het voedsel onbereikbaar voor de scholeksters en hebben ze de keuze tussen honger, uitwijken naar de Oosterschelde, of een enigszins riskant verblijf in Frankrijk. De modelparameters die het effect van vorst op de foerageersnelheid beschrijven kunnen slechts grof geschat worden en de resultaten voor de strenge winters 1990-1991, 1995-1996 en 1996-1997 zijn daarom niet gebruikt in de berekening van de voedselreservering.

Verder is het onmogelijk om de verspreiding van de scholeksters tijdens laagwater op realistische wijze te simuleren. Het gedrag van de vogels in de simulatie is daarom gebaseerd op enkele vereenvoudigingen:

1. er zijn geen verschillen in voedselbehoefte en foerageerefficiëntie tussen de individuen;
2. de scholeksters hebben een volledige kennis van het schelpdierbestand en
3. de vogels kunnen zich momentaan en zonder energetische kosten verplaatsen binnen elk van de vijf onderscheiden deelgebieden.

De scholeksters in het model kunnen dus hun opnamesnelheid maximaliseren door zich voortdurend optimaal te verspreiden over de droogvallende delen van het voedselgebied.

Deze optimistische aannamen over het gedrag van de vogels worden gecompenseerd door het uitrekenen, en uiteindelijk begrenzen, van een stress niveau. Dat stress niveau is een maat voor de inspanning die de vogels hebben moeten leveren gedurende een heel winterseizoen. Het berekende stress niveau stijgt kwadratisch met de "werkdruk" en de maximale prestatie van de alwetende en ideale vogel komt overeen met een stress niveau van 1. Een stress niveau van 0.36 komt overeen met een effectieve werkdruk die 60% is van het maximum (vierkantswortel $0.36 = 0.6$).

Voedselstress in de jaren negentig

De stress index berekend voor 266.000 Scholeksters (het gemiddelde voor de periode 1980-1990) heeft in vier van de acht winters tussen 1990 en 1997 een waarde bóven de 0.6. Dat betekent dat de gemiddelde en ideale vogel tenminste 80% van de maximale inspanning heeft moeten leveren om de winter door te komen. Dit resultaat is een tweede aanwijzing voor voedseltekort als de belangrijkste oorzaak voor de afname van het aantal overwinterende Scholeksters in de periode 1990-1997.

De voor werkelijke aantallen vogels in de zachte winters berekende stress indices zijn gerelateerd aan mate waarin de vogels de volgende herfst zijn terug gekomen (gemeten aan de aantalsverandering). Dat verband is weer statistisch significant als we resultaten voor de onafhankelijk van elkaar doorgerekende deelgebieden bij elkaar nemen. Voor de Waddenzee als geheel gebruiken we een (gewogen) gemiddelde stress index en berust het verband tussen stress index en terugkeer met een kans van 13% op toeval. Er zijn echter ook hier

slechts 8 datapunten in de grafiek en het afwijzen van een verband is met een kans van 75% een onjuiste beslissing.

Voedselreservering

Om te komen tot een voedselreservering moeten we ons realiseren dat de kokkelstand van nature sterk fluctueert. De enorme bestanden die na een goede broedval tot ontwikkeling komen, kunnen niet door de scholeksters worden geëxploiteerd. De scholekster is immers een lang levende vogelsoort met een lage reproductie en een sterfte van slechts enkele procenten in zachte winters. Het aantal scholeksters kan daarom nooit zo snel fluctueren als de kokkelstand hetgeen impliceert dat er in de rijkste kokkeljaren gevist kan worden zonder dat, dat invloed heeft op de vogels.

Het aantal scholeksters dat van een fluctuerende kokkelstand kan leven zal uiteindelijk bepaald worden door de voedselstress die de vogels in slechte jaren ervaren. Scholeksters kunnen een voedseltekort echter voor een belangrijk deel opvangen door allerlei marginale prooien te eten. Ze gaan niet zo gauw dood, maar de kans om dood te gaan neemt wel toe en dat kan sommige (jonge) vogels doen besluiten om het volgend jaar elders heen te gaan (met alle risico's van dien). Dat is meer dan speculatie: het aantal in Noord-Frankrijk doortrekkende scholeksters is de laatste jaren aanzienlijk toegenomen.

Als de frequentie van slechte voedseljaren te hoog is, dan zal het aantal scholeksters dus langzaam afnemen, totdat er een situatie bereikt is waarbij de risico's van slechte jaren weer gecompenseerd worden door goede jaren. Een op de lange termijn stabiel aantal scholeksters moet dus in goede jaren iets kunnen toenemen, bijvoorbeeld door de vestiging en overleving van jonge vogels in hun eerste winter. Dat betekent een voedselreservering die zodanig is dat goede jaren ook goed blijven en niet door visserij in gemiddelde jaren worden veranderd. Een lichte stijging van het stress niveau is dus wel acceptabel, maar mag niet leiden tot een druk op het aantal vogels.

De modelberekeningen in combinatie met de veranderingen in het aantal vogels leveren een schatting van de voedselreservering van 200 kg kokkelvles per vogel, ofwel 3.1 keer de fysiologische voedselbehoefte. Dit getal wordt in essentie bepaald door de snelheid waarmee de vogels hun voedsel kunnen vinden, de droogvalduur van de prooien en de vermagering van de prooien in de loop van de winter. Dit zijn goed bekende eigenschappen van de vogelsoort en het gebied. De berekende reservering komt daarom overeen met de eerdere schatting van de Vlas (2002), die een minder gedetailleerd rekenmodel heeft gebruikt. Een reservering van 200 kg is verder consistent met de basisgegevens die bij minder voedsel gemiddeld een daling en bij meer voedsel een stijging van de aantallen laten zien. De onzekerheid in de benodigde voedselreservering bedraagt enkele tientallen kg kokkelvles. Voor een nauwkeuriger kwantificering en het berekenen van betrouwbaarheidsintervallen zijn de gegevens echter niet toereikend.

Een lichte stijging van de stress index door visserij komt conceptueel geheel overeen met de Britse aanpak (Goss-Custard et al., 2003). Daar wordt een model gebruikt waarin de variatie tussen individuen in rekening wordt gebracht en waarmee een toename van de sterfte kan worden geschat. Een toename van de sterfte met 0.5% wordt acceptabel geacht en voor 3 verschillende estuaria leidt dat tot een reservering van 2.5, 5.0 en 5.5 keer de fysiologische behoefte.

Een reservering van 200 kg per kokkelvles per vogel correspondeert met 53.200 ton vlees, een hoeveelheid die er slechts 3 keer heeft gelegen in de negentiger jaren. Het aantal goede jaren lijkt dus te klein (en de gemiddelde voedselstress te hoog) om het aantal scholeksters op peil te houden. Dat aantal is dan ook gedaald. We kunnen dat ook uitdrukken door de draagkracht van het Waddengebied te schatten. Een ruwe schatting met behulp van het simulatiemodel levert een draagkracht op van 119.200 scholeksters voor het Waddengebied in de negentiger jaren (met visserij). Deze draagkracht ligt inderdaad ver onder het referentieaantal van 266.000. Vanwege een grote onzekerheidsmarge is het echter niet zeker of de berekende draagkracht ook onder het huidige aantal van ongeveer 170.000 ligt. Dat betekent dat het aantal scholeksters nog verder zou kunnen dalen als de jaren negentig representatief zijn voor de toekomst, maar of dat ook zou gebeuren is niet zeker.

Draagkrachtberekening en de rol van mosselen

De geschatte draagkracht zonder visserij voor de negentiger jaren bedraagt 134.300 scholeksters, ongeveer 15.000 meer dan de draagkracht met visserij. Alhoewel de draagkracht getallen zelf onnauwkeurig zijn is het verschil redelijk robuust: het visserij effect bedraagt ongeveer 12% van de draagkracht van het gebied. Dat betekent dat de kokkelvisserij wel tot een verhoging van de voedselstress heeft geleid, maar dat de daling van het aantal scholeksters niet primair daardoor is veroorzaakt. De draagkracht van de Waddenzee is aanzienlijk verder afgenomen dan alleen met het draagkrachteffect van de kokkelvisserij.

Dat resultaat is geheel consistent met de afwezigheid van mosselbanken in de jaren negentig. De structuren van stabiele banken komen slechts heel langzaam terug nadat ze in de tachtiger jaren eerst hebben geleden door twee achtereenvolgende strenge winters en vervolgens door bevissing. Als het herstel doorzet dan zullen de scholeksters een stabiele voedselbron terugkrijgen en zal de afhankelijkheid van het sterk fluctuerende kokkelbestand verminderen.

Dat kan uitgedrukt worden als een verminderde voedselreservering in termen van kokkelvlees, 4.000 ha mosselbank met 35 vogels per hectare betekent dat 140.000 scholeksters weer van mosselen kunnen leven en voor de overige 126.000 (van het referentieaantal 266.000) zou dan nog 25.000 ton kokkelvlees gereserveerd moeten worden. Een dergelijke hoeveelheid ligt er veel vaker en een aantal van 140.000 scholeksters is ook in overeenstemming met de berekende draagkracht van het kokkelbestand. Dergelijke berekeningen met hectaren mosselbank moeten overigens wel betrekking hebben op stabiele mosselbanken omdat het voor scholeksters vermoedelijk niet eenvoudig is om van jaar op jaar over te schakelen. Ook zaadbanken tellen niet omdat zaadmosselen alleen als marginale prooi interessant zijn.

Cumulatieve effecten

Om te voorkomen dat grote fouten worden gemaakt in het verloop van het kokkelbestand gedurende de winter, is het simulatiemodel voor foeragerende scholeksters elk jaar opnieuw gestart met de geschatte bestanden voor september van dat jaar. Dat heeft tot gevolg dat wel de effecten van de visserij in datzelfde najaar kunnen worden geschat, maar geen meerjarige en cumulatieve effecten. Daartoe is het nodig dat een kokkelbestand gedurende een periode van meer dan één jaar kan worden doorgerekend zowel met als zonder visserij. Dat kon niet met voldoende nauwkeurigheid gedaan worden.

Een recente verbetering in de berekende zomergroei (in rapport H2) van éénjarige kokkels brengt een berekening over meerdere jaren binnen bereik. Verkennende berekeningen wijzen uit dat weggeviste kokkels leidt tot een bestandsvermindering in volgende jaren met meer dan de helft van het weggeviste tonnage. Dit effect van de kokkelvisserij op de ontwikkeling van het kokkelbestand kan leiden tot voedseltekort in jaren waarin dat zonder visserij niet was gebeurd. Dat zal met name het geval zijn in perioden met een afnemende bestandsgrootte (tegen het eind van een piek in het kokkelbestand) indien een strenge winter en een nieuwe broedval uitblijven.

Een voorbehoud

In dit rapport worden de scholeksters beschouwd in samenhang met kokkels, nonnetjes en mosselen in termen van hectaren, kilogrammen, vleesgewichten en droogvalduur. Het gaat daarbij om de voedselreservering, over de hoeveelheid voedsel die er aan het begin van de winter moet liggen voor een gezonde scholekster populatie. Dat leidt echter niet automatisch tot het behoud van andere natuurwaarden zoals de overige wadvogelsoorten, de bodemfauna zelf, oude mosselbanken als habitat, etc. Voedselreservering is dus niet de enige voorwaarde voor natuurbehoud, wel een noodzakelijke voorwaarde.

4 Evaluatie van voedselreservering voor Eidereenden in de Waddenzee

Rapport B2

Status: Versie 5, d.d. 2003-12-10. Het audit rapport is nog niet verwerkt.

Bruno J. Ens & Romke K.H. Kats

In dit rapport wordt nagegaan of het huidige beleid van voedselreservering voldoende garanties biedt aan de populatie overwinterende Eidereenden tegen door schelpdiervisserij veroorzaakte voedseltekorten.

In hoofdstuk 1¹ wordt de achtergrond van het probleem geschetst, een uitleg gegeven over het beleid van voedselreservering en worden de onderzoeksvragen benoemd.

In hoofdstuk 2¹ wordt de ontwikkeling van de aantallen Eidereenden in Nederland beschreven. Er wordt geconcludeerd dat de toename van de in Nederland broedende Eidereenden geen verband heeft met de introductie van de mosselcultuur in de Waddenzee. Of de toename van de in Nederland overwinterende Eidereenden verband houdt met de introductie van de mosselcultuur in de Waddenzee is niet duidelijk.

In hoofdstuk 3¹ wordt het voedsel van de Eidereenden beschreven. De ratio tussen vleesgewicht en schelpgewicht is het gunstigst voor sublitorale mossels en het minst gunstig voor kokkels en *Spisula*. Binnen een prooi-soort is er sprake van opvallend grote variatie in deze ratio. Dat betekent dat:

1. Eidereenden uiterst selectief moeten zijn in het kiezen van hun prooien en foerageergebieden;
2. Sublitorale mossels alleen gemiddeld de meest aantrekkelijk ratio hebben,
3. Lokaal litorale mosselen, kokkels en *Spisula* een aantrekkelijke prooi kunnen zijn, hoewel ze gemiddeld minder aantrekkelijk zijn.

Uit modelberekeningen blijkt dat de aantrekkelijkheid van de prooidieren, zoals bepaald aan de hand van de ratio tussen vleesgewicht en schelpgewicht, zich vrijwel één op één vertaalt in energetisch voordeel. In de modelberekeningen is aangenomen dat per duik slechts één prooi wordt gevangen. Omdat vermoedelijk meerdere prooien per duik worden gegeten leidt dit tot een overschatting van de duikkosten en daarmee een onderschatting van de aantrekkelijkheid van sublitorale kokkels en *Spisula*. Echter, zelfs bij verwaarloosbaar lage duikkosten zijn mossels gemiddeld energetisch veel aantrekkelijker dan kokkels en *Spisula*. Wanneer de conditie van de schelpdieren afneemt in de loop van de winter, dan kan de berekende dagelijkse energiebehoefte van de Eidereenden voor sommige prooien zo hoog oplopen dat fysiologische grenswaarden worden overschreden. Dit geldt met name voor kokkels en *Spisula*. Eenden die langdurig gedwongen worden dergelijke prooien te eten zullen al etend van de honger omkomen. Prooikeuze experimenten bevestigden de voorspelde preferentie.

In hoofdstuk 4¹ wordt de verspreiding van de Eidereenden in de Waddenzee geanalyseerd. In de winter van 2001/2002 werd op het oostelijk wad gekeken naar de verspreiding van Eidereenden over de toen massaal aanwezige droogvallende mosselzaadbanken en droogvallende kokkelbanken. De data suggereren een voorkeur voor de mosselbanken. Voor de winters van 1993 t/m 2002 zijn GIS-kaarten gemaakt van het voedselaanbod per vak van 750 bij 750 m: oppervlakte bedekt met kokkelbank, oppervlakte bedekt met mosselbank, oppervlakte bedekt met perceelmossels, % perceel bedekt met mossels, aantal monsterpunten met 1 of meer wilde sublitorale mossels. Ook de aantallen Eidereenden zijn per winter per vak van 750 bij 750 m bekend. Voor alle 5 de verklarende variabelen zijn er zeer sterke aanwijzingen voor een per jaar verschillende effect. Het verband tussen de dichtheid Eidereenden en het oppervlakte kokkelbanken is alleen positief in de winters van 2000-2002, toen er ook sprake was van verhoogde sterfte en verlaagde aantallen in de westelijke Waddenzee. Er is een groot aantal problemen met de huidige analyse, die mogelijk (deels) verholpen kunnen worden door ruimtelijke opschaling en middeling over meerdere jaren. Het is zeker dat gedurende de onderzoeksperiode Eidereenden verjaagd werden van de mosselpercelen. De mate waarin deze activiteit het verspreidingspatroon van de Eidereenden

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

beïnvloed heeft is niet bekend. Omdat Waddenzee dekkende gegevens ontbreken is het niet mogelijk het verspreidingspatroon van de Eideereenden te relateren aan de conditie en de vlees/schelp ratio van de schelpdieren.

In hoofdstuk 5¹ wordt de sterfte onder de Eideereenden geanalyseerd. Hoge sterfte onder Eideereenden trad op in de winters van 1991, 1992, 1999, 2000 en 2001. In de periode mei-juli 1990 was er ook sprake van een zeer hoge sterfte van naar schatting 10.000 Eideereenden. Parasieten verhogen de sterftekans van een sterk besmet individu, maar spelen voor zover nu valt te beoordelen een secundaire rol in de verklaring van de massale sterftes. De wintersterfte onder de Eideereenden vertoont een duidelijk negatief verband met het aanbod meerjarige sublitorale mosselen, onafhankelijk van de manier waarop de omvang van dit bestand wordt geschat. Voedselschaarste is de meest aannemelijke verklaring voor de verhoogde sterfte onder Eideereenden.

In hoofdstuk 6¹ wordt de dekking van de voedselbehoefte berekend en wordt het beleid van voedselreservering tegen het licht gehouden. Er moet een onderscheid gemaakt worden tussen de **fysiologische voedselbehoefte** (de hoeveelheid voedsel die een individuele vogel dagelijks moet opnemen om te overleven en in goede conditie te blijven) en de **ecologische voedselbehoefte** (de hoeveelheid voedsel die per vogel in het ecosysteem aanwezig moet zijn om te zorgen dat de vogel in zijn fysiologische vleesbehoefte kan voorzien). De berekende fysiologische voedselbehoefte van Eideereenden hangt af van de prooi soort. De behoefte is het laagst als de eenden op sublitorale mosselen kunnen foerageren en bereikt onwaarschijnlijk hoge waarden als de eenden op *Spisula* foerageren. De veldschattingen van Nehls komen overeen met de berekende fysiologische voedselbehoefte van Eideereenden die op droogvallende mosselbanken foerageren. Voor de referentie aantallen Eideereenden (130.000) komt dit neer op 16,3 miljoen kg schelpdiervlees in de loop van de winter. Het bestand sublitorale mosselen, de meest aantrekkelijke prooi voor Eideereenden, was in 2 winters volstrekt onvoldoende om de fysiologische voedselbehoefte van de Eideereenden te dekken en in 3 winters ongeveer gelijk aan de fysiologische voedselbehoefte. Voor Scholeksters kon een model ontwikkeld worden dat bij een gegeven schelpdierbestand uitrekent of de vogels in hun fysiologische voedselbehoefte kunnen voorzien. Dit is niet mogelijk voor de Eideereend, omdat onze kennis over de voedsleecologie van deze soort veel beperkter is. Wat wel kan is een berekening van de ecologische voedselbehoefte op basis van het waargenomen verband tussen sterfte en de omvang van het bestand sublitorale mosselen.

In hoofdstuk 7¹ worden de hoofdvragen uit het rapport als volgt beantwoord:

A. Wat is de oorzaak van de waargenomen hoge sterfte en veranderde verspreiding van Eideereenden in de Waddenzee?

- In dit rapport wordt aannemelijk gemaakt dat sublitorale mosselen van groot belang zijn voor de Eideereenden die in de Nederlandse Waddenzee overwinteren en dat tekorten aan sublitorale mosselen in de afgelopen jaren hebben geleid tot verhoogde sterfte en een veranderde verspreiding.
- Een definitief antwoord op de vraag of mosselkweek in de arme jaren het bestand sublitorale mosselen heeft verhoogd dan wel verlaagd kan niet gegeven worden, omdat goede getallen ontbreken. Er zijn aanwijzingen dat mosselkweek de bestanden sublitorale mosselen in de Waddenzee gemiddeld verhoogt, maar het is mogelijk dat de mosselkweek in de arme jaren de bestanden heeft verlaagd.

B. Biedt het in 2000 aangepaste beleid van voedselreservering voldoende garanties aan de populatie Eideereenden tegen door schelpdiervisserij veroorzaakte voedseltekorten?

Het in 2000 ingezette beleid van voedselreservering biedt meer garanties dan het beleid uit 1993, dat onvoldoende garanties bood. Desondanks is ook het nieuwe beleid inadequaats omdat het gebaseerd is op onjuiste wetenschappelijke aannames:

- Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat schelpdieretende vogels net als vissers slechts een deel van het bestand profijtelijk kunnen oogsten. Het beleid is

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

gebaseerd op de fysiologische voedselbehoefte van de vogels (de hoeveelheid voedsel die de vogels tot zich moeten nemen om in goede conditie te blijven), maar kan alleen extra voedselgebrek door visserij in voedselarme jaren voorkomen als het wordt gebaseerd op de ecologische vleesbehoefte (de hoeveelheid voedsel die per vogel in het ecosysteem aanwezig moet zijn opdat de vogels in hun fysiologisch voedselbehoefte kunnen voorzien).

- Kokkels, mosselen en *Spisula* worden volledig uitwisselbaar geacht, terwijl de oogstbaarheid voor de Eideend sterk verschilt. De kwaliteit van kokkels en *Spisula* zal regelmatig zo laag zijn dat de eenden niet in leven kunnen blijven als ze van die schelpdieren moeten leven. Ook is de berekende fysiologische voedselbehoefte veel hoger als de eenden op kokkels of *Spisula* moeten foerageren.

C. Hoe veel voedsel zou voldoende zijn als reservering voor de referentieaantallen Eideenden?

Op basis van de huidige kennis over de voedsel生态学 van de Eideend is een kwantitatief antwoord alleen mogelijk in termen van het bestand sublitorale mosselen, bestaande uit de mosselen op de kweekpercelen en de mosselen op de wilde sublitorale banken. Het antwoord kan gegeven worden in termen van het totale bestand sublitorale mosselen, of alleen het bestand meerjarige sublitorale mosselen. Er is sprake van een verhoging in de kans op massasterfte onder Eideenden als het totale bestand sublitorale mosselen op 31 december beneden 90 miljoen kg versgewicht komt (of als het bestand meerjarige sublitorale mosselen op 31 december beneden de 60 miljoen kg versgewicht komt). De kans op massasterfte onder Eideenden is meer dan 50% als het totale bestand sublitorale mosselen op 31 december beneden de 64 miljoen kg versgewicht komt (of als het bestand meerjarige sublitorale mosselen beneden de 33 miljoen kg versgewicht komt). Reservering van de voor Eideenden minder aantrekkelijke prooien als litorale mossels, kokkels en *Spisula* is zinvol als het bestand sublitorale mosselen zeer laag is.

Het is duidelijk dat onze kennis over de voedsel生态学 van de in de Nederlandse Waddenzee overwinterende Eideenden belangrijke lacunes vertoont.

- Het verdient daarom aanbeveling de in dit rapport gepresenteerde experimenten met een aanzienlijk groter aantal proefdieren te herhalen en te toetsen of de voorspelde prooiselectie ook in het veld wordt waargenomen.
- Daarnaast wordt aanbevolen een goede analyse te maken van de temporele en spatiale fluctuaties in de beschikbaarheid en de geschiktheid van schelpdieren als voedselbron, inclusief de mossels op de mosselpercelen.

Dit rapport maakt ook duidelijk dat het bestand sublitorale mosselen een grote rol speelt in de voedselvoorziening van de Eideend. Tegelijkertijd zijn er belangrijke manco's in onze kennis over de omvang van dit bestand. Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

- Een betrouwbare survey van het wilde bestand sublitorale mosselen in het najaar. Nu is er sprake van een survey in het voorjaar, nadat de visserij reeds heeft plaatsgevonden, en een expert judgement in het najaar.
- Registratie van verplaatsingen van mosselen tussen percelen. Op dit moment worden alleen de zaadvangsten en de aanlandingen van consumptie mosselen centraal geregistreerd. Dat betekent dat op enig moment niet goed bekend is hoeveel mosselen op de percelen in de Waddenzee liggen, terwijl uit reconstructies achteraf blijkt dat dit om een aanzienlijk deel van het totale bestand sublitorale mosselen gaat (Bult et al. 2003b).

Een belangrijk voordeel van het registreren van verplaatsingen tussen percelen is dat dit op den duur ook een beter inzicht zal geven in het rendement van de mosselcultuur en de mogelijkheden om dat rendement te verbeteren op een manier die zowel de mosselkwekers als de Eideenden ten goede komt.

5 Prooibesikbaarheid en alternatieven voor vogels die grote schelpdieren eten

Rapport B3

Status: conceptversie, 21 juli 2003

Auteurs: Bult, Ens, Baarts, Kats, Leopold

Het beleid van voedselreservering voor vogels beoogt voedselschaarste onder schelpdieretende vogels te voorkomen door beperkingen aan de schelpdiervisserij op te leggen in jaren met een laag bestand aan schelpdieren. Het gaat hierbij vooral om de twee belangrijkste schelpdieretende vogels, de Eidereend en de Scholekster, met als belangrijkste prooidieren de Kokkel en de Mossel. Of het beleid effectief is geweest wordt besproken in EVA II rapporten B1 over de voedselreservering Scholekster Waddenzee (Rappoldt et al. 2003b), B2 over de voedselreservering Eidereend Waddenzee (Ens et al. 2003) en D2-1 over de voedselreservering Scholekster Oosterschelde (Rappoldt et al. 2003c). In deze rapportage wordt ingegaan op de vragen:

- Wat is de voedselkeuze van Eidereend en Scholekster en wat is het relatieve belang van de verschillende prooi-soorten?
- Wat zijn de bestanden van deze voedselorganismen en hoe worden deze geschat?
- Welk deel van deze bestanden kan worden benut door deze vogels?
- Hoe verhoudt zich dit tot de huidige praktijk van voedselreservering en monitoring?

Voedselkeuze en beschikbaarheid

Voor de Scholekster zijn de belangrijkste voedselorganismen in de winter de Mossel en de Kokkel. Andere schelpdieren die gegeten worden zijn Nonnetje, Strandgaper, Platte Slijkgaper en Mesheft.

Algemeen:

- Voor alle prooi-soorten geldt dat kleine exemplaren niet profijtelijk geogst kunnen worden.
- Voor bijna alle prooi-soorten geldt dat grote exemplaren profijtelijker zijn voor de Scholekster dan kleine exemplaren. Dat geldt niet voor Scholeksters die Kokkels en Mossels open hameren, maar dergelijke Scholeksters zijn zeldzaam in de Waddenzee.
- Voor prooi-soorten die ingegraven leven geldt dat hoe dieper de dieren zijn ingegraven hoe minder profijtelijk ze zijn; als de prooien te diep zijn ingegraven komen ze zelfs buiten bereik van de snavel van de Scholekster.

Mosselen:

- Mosselen kleiner dan 2,0 cm worden niet gegeten.
- Scholeksters die hun Mossels open steken selecteren Mossels groter dan 2,5 cm.
- Scholeksters die hun Mossels open hameren selecteren Mosselen die variëren in grootte van 2,5-4,5 cm, grote exemplaren hebben een te dikke schelp om open te hameren.
- Het gros van de Scholeksters die in de Waddenzee overwintert opent Mosselen door steken en voor deze dieren geldt dus dat de grootste Mosselen het meest profijtelijk zijn.
- De dichtheid Mossels heeft nauwelijks effect op de opnamesnelheid van Scholeksters, pas bij zeer lage dichtheden van Mosselen loopt de opnamesnelheid terug.

Kokkels:

- Kokkels kleiner dan 1,0 cm worden niet gegeten.
- Scholeksters die hun Kokkels open steken selecteren Kokkels groter dan 2,5 cm.
- Scholeksters die hun Kokkels open hameren selecteren Kokkels die variëren in grootte van 2,5-4,5 cm, grote exemplaren hebben een te dikke schelp om open te hameren.
- Het gros van de Scholeksters die in de Waddenzee overwintert opent Kokkels door steken en voor deze dieren geldt dus dat de grootste Kokkels het meest profijtelijk zijn.
- Kleine Kokkels kunnen alleen profijtelijk geogst worden door Scholeksters als de Kokkels in zeer hoge dichtheden voorkomen; Omgekeerd moeten de Kokkels groot zijn als de dichtheid laag is willen de Scholeksters nog in hun voedselbehoefte kunnen voorzien.

Overig:

- Voor Strandgaper en Slijkgaper geldt dat de grote en zeer profijtelijke exemplaren meestal te diep zitten.
- Nonnetjes worden alleen uit de bovenste 4 cm van het substraat gehaald.

Voor de Eidereend zijn de belangrijkste voedselorganismen in de winter de Mossel, de Kokkel, Spisula, zeester en krab:

Mosselen:

- Mossels van elke grootte kunnen worden ingeslikt, maar geselecteerde Mossels variëren van 2,5 tot 6,0 cm in lengte.
- Mossels van intermediaire grootte worden geprefereerd, waarbij in de zomer kleinere Mossels worden geprefereerd dan in de winter.
- Als Mossels sterk begroeid zijn met zeepokken zijn de grootste Mossels die nog gegeten worden kleiner dan bij Mossels zonder zeepokken.
- Mossels op percelen, met name halfwas- en consumptieformaat, zijn waarschijnlijk bijzonder aantrekkelijk voor Eidereenden vanwege hun veel dunnere schelp met minder zeepokken, en het feit dat ze minder "vertrost" zijn dan Mossels op wilde banken in het intergetijdengebied.

Kokkels:

- Kokkels van elke grootte kunnen worden ingeslikt, maar geselecteerde Kokkels variëren van 1,5 tot 4,5 cm in lengte.
- Kokkels nemen net als andere schelpdieren af in gewicht in de loop van de winter (tot 30% in zachte winters) en uit modelberekeningen blijkt dat de verhouding tussen schelp en vlees op een gegeven moment zo ongunstig wordt dat de Eidereenden niet meer op een dieet van Kokkels kunnen leven.
- Eidereenden maken voedselkuilen in Kokkelbanken op droogvallende wadplaten. Concurrentie tussen eenden om deze kuilen beperkt waarschijnlijk het aantal eenden dat op een bepaalde bank kan foerageren.
- Omdat de eenden vooral zwemmend en duikend naar voedsel zoeken en tijd nodig hebben om hun voedsel te verteren kan het langdurig droog liggen van een Kokkelbank de eenden in tijdsproblemen brengen.

Halfgeknotte strandschelp:

- Voor grote aantallen Eidereenden is de Halfgeknotte Strandschelp (*Spisula subtruncata*) sinds 1990 een belangrijke voedselbron.
- Broed kleiner dan ongeveer 1,5 cm is ongeschikt; Overjarige Halfgeknotte Strandschelpen, van 1,5-3,5 cm, en vermoedelijk >2,5 cm hebben de voorkeur.
- Halfgeknotte Strandschelpen in ondiep water worden bij voorkeur gegeten, Halfgeknotte Strandschelpen in dieper water gemeden.
- De kust van Noord-Holland is meestal de zuidgrens van de verspreiding van (grote groepen) Eidereenden. Voor de kust van Zuid-Holland en in de Voordelta komen, ook bij rijke halfgeknotte strandschelpen voorkomens, slechts relatief kleine aantallen Eidereenden foerageren.

Overig:

- Er is voor geen enkel prooidier van de Eidereend bekend bij welke dichtheden de eenden niet meer profijtelijk naar voedsel kunnen zoeken.
- Eidereenden zijn in staat tientallen meters diep te duiken, hetgeen betekent dat er in dit opzicht binnen het studiegebied geen fysieke beperkingen zijn voor de eenden.
- Duiken is energetisch kostbaar, zodat diep duiken alleen uit kan als de opbrengst hoog is. Er zijn echter geen studies bekend van de Eidereend waarin duikkosten in relatie tot duikdiepte zijn gemeten.
- Prooien die zich diep ingraven, zoals het Nonnetje, Mesheft en de Strandgaper, zijn minder geschikt als voedsel voor de Eidereend.
- Krabben hebben een gunstige verhouding tussen schaal en vlees, maar eenden die krabben eten lopen het risico besmet te worden met een gevaarlijke darmparasiet.
- Mossels hebben in het algemeen een veel gunstiger verhouding tussen vlees en schelp dan Kokkels. De berekende netto energie winst van het verteren van Mossels is hoger dan van Kokkels. Bij gelijke zoekkosten zijn Mossels dus veel aantrekkelijker prooidieren dan Kokkels.

Voedselreservering en monitoring schelpdierbestanden: historie

Omdat de bestanden van de commerciële soorten (Mossel, Kokkel, Spisula) beïnvloed worden door visserij en om voedselschaarste onder vogels in de winterperiode te voorkomen als gevolg van visserij, is in 1993 een expliciet beleid van voedselreservering ingezet. Dit houdt in dat beperkingen aan de schelpdiervisserij worden opgelegd in jaren met schaarste aan schelpdieren:

- Voor de Waddenzee hield dit in dat in de periode 1993-1998 alleen werd gereserveerd in het intertidaal: 7,6 miljoen kg vlees in de vorm van Kokkels en 2,5 miljoen kg in de vorm van Mosselen. Deze bestanden waren niet uitwisselbaar. Sinds 1999 wordt 18,6 miljoen kilo Kokkel-, Mossel- en Spisulavlees gereserveerd als voedsel voor vogels in de Waddenzee, waarvan 10 miljoen kg in het litoraal (Mossels, Kokkels) en 8,6 miljoen kg in het sublitoraal (Spisula, Mossels, Kokkels). Dat wil zeggen dat na 1998 wordt uitgegaan van de uitwisselbaarheid van bestanden en reservering in zowel sub- als litoraal. Hierbij werd uitgegaan van de vogelaantallen die in de tachtiger jaren in de Waddenzee aanwezig waren (ongeveer 130.000 eiders + 200.000 Scholeksters; winterperiode).
- Voor de Oosterschelde hield dit in dat in de periode 1993-1998 2,05 miljoen kg kokkelvlees werd gereserveerd in het intertidaal voor ongeveer 52.000 scholeksters. In 1999 werd dit 4,1 miljoen kg voor ongeveer 45.000 scholeksters.
- In de Westerschelde wordt sinds 1996 4 miljoen kg versgewicht gereserveerd in het kader van het beheersplan Westerschelde.
- In de Nederlandse Kustzone wordt sinds 2000 5*10⁶ kg spisulavlees gereserveerd voor 65.500 zwarte zee-eenden.

Om dit beleid uit te kunnen voeren worden jaarlijks schattingen gemaakt van de schelpdierbestanden in de Waddenzee, Oosterschelde, Westerschelde en de Nederlandse kustzone. Sinds 1990 is het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) hiervoor verantwoordelijk.

De belangrijkste surveys in dit kader hebben betrekking op voorjaars-schattingen van de litorale bestanden van Kokkels en Mosselen in Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee, en een bepaling van de Spisulabestanden in de Nederlandse kustzone. Andere niet-commercieel interessante soorten worden meegenomen in deze surveys, maar deze gegevens spelen verder geen rol bij de voedselreservering anders dan dat wordt uitgegaan van een vast percentage van niet-commerciële of alternatieve prooien in het voedselpakket van de Eidereend en Scholekster.

Deze surveys zijn tot op heden sterk gericht op het in 1993 ingezette beleid. De gegevens werden in eerste instantie vooral gebruikt voor de Kokkelvisserij in het najaar. De voorjaarsgegevens van de Kokkels worden hierbij geëxtrapoleerd naar het najaar. De overige gegevens worden gebruikt als zodanig.

Daarnaast worden ook andere surveys uitgevoerd die in eerste instantie niets met het voedselreserveringsbeleid te maken hadden, maar daar sinds 1999 wel voor worden gebruikt. Dit i.v.m. wijzigingen in het voedselreserveringsbeleid (sublitorale reservering, uitwisselbaarheid bestanden).

Zo wordt in het voorjaar het sublitorale mosselbestand in de Waddenzee geschat ten behoeve van de voorjaarsmosselvisserij. Dit betreft een kwantitatieve survey uitgevoerd door het RIVO. Ook in het najaar wordt een mosselsurvey uitgevoerd ten behoeve van de najaarsmosselvisserij. Dit betreft een expert-judgment schatting van de mosselbestanden in zowel litoraal als sublitoraal van de Waddenzee, uitgevoerd van de sector zelf onder assistentie van RIVO en MarinX. Verder werden in het verleden de mosselbanken in kaart gebracht ten behoeve van de stratificering van de mosselsurveys. I.v.m. het beleidsbesluit om te komen tot 2000-4000 ha Mosselbanken worden deze gegevens nu ook gebruikt voor een oppervlaktebepaling van mosselbanken.

In de huidige situatie worden de voorjaarssurveys gebruikt bij de uitvoering van het beleid m.b.t. de Spisulavisserij, de kokkelvisserij in het najaar en de mosselvisserij in het voorjaar. Voor de najaarsvisserij op Mosselen worden daarnaast ook de gegevens over de

najaarssurvey gebruikt. De vraag is of het totaal van deze surveys nog aansluit bij de informatiebehoefte van de overheid: De najaarsschattingen betreffen expert judgement en zijn weinig kwantitatief; De Mosselbestanden op de percelen blijken van groot belang voor de Eidereend maar de aldaar aanwezige bestanden worden niet gekwantificeerd door surveys; De mosselbankcontouren worden bepaald met grote inzet vanuit de visserijsector; Het huidige beleid is vooral gericht op de bestanden commerciële schelpdieren, beschikbaarheidbepalende factoren of alternatieve prooi-soorten worden niet meegenomen anders dan dat Kokkels in dichtheden onder 50 m² geen rol spelen in het reserveringsbeleid; Onzekerheden m.b.t. schattingen van de bestanden vogels en schelpdieren of de voedselbehoefte van vogels spelen nauwelijks een rol.

Voedselreservering en monitoring schelpdierbestanden: evaluatie

De RIVO voorjaarsbemonsteringen geven een goed beeld van het totaalbestand van Kokkels, Mosselen en Spisula:

- De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de biomassaschattingen van Kokkels (totaal versgewicht) voor de Oosterschelde in het voorjaar waren ongeveer $\pm 20\%$. Dit betekent dat als de in werkelijkheid aanwezige Kokkelbiomassa 100 was, de RIVO-schatting met 95% zekerheid ergens tussen de 80 en 120 uit zou komen. De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de Westerschelde waren ongeveer $\pm 40\%$. Deze betrouwbaarheidsintervallen leken niet te variëren met Kokkelbiomassa. De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de Waddenzee varieerden van ongeveer $\pm 15-30\%$, al naar gelang de aanwezige Kokkelbiomassa's: hoe meer Kokkels aanwezig waren hoe smaller de betrouwbaarheidsintervallen. De betrouwbaarheid van de najaarsschatting wordt behandeld in onderdeel A1 van EVAII (Kamermaans et al. 2003).
- De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de huidige biomassaschattingen van litorale Mossels was ongeveer $\pm 30-40\%$. In het verleden was dit interval groter doordat niet werd gestratificeerd en een ander monstertuig werd gebruikt. De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de biomassaschattingen van sublitorale Mossels was ongeveer $\pm 25-30\%$. Deze betrouwbaarheidsintervallen varieerden niet significant met het bestand.
- De 95% betrouwbaarheidsintervallen van de Halfgeknotte Strandschelp was ongeveer $\pm 40-50\%$. Deze betrouwbaarheidsintervallen varieerden niet significant met het bestand.

Daarnaast kunnen deze gegevens mogelijk gebruikt worden om een indruk te krijgen van de jaarlijkse variatie in de bestanden van Nonnetjes en Strandgaper. Wel lijken de RIVO bemonsteringen deze bestanden systematisch te onderschatten, waarschijnlijk doordat een deel van deze schelpdieren te diep is ingegraven voor de RIVO apparatuur. Andere niet-commerciële soorten, zoals de Mesheft, worden waarschijnlijk niet dusdanig bemonsterd dat een goed beeld kan worden verkregen van de jaarlijkse bestandsvariaties.

De beschikbaarheidbepalende factoren van Kokkels, Mosselen en Spisula zijn op hoofdlijnen bekend, vooral in het geval van de Scholekster. Echter, een berekening van de voor Scholeksters en Eidereenden beschikbare bestanden in de winter op basis van vooral voorjaarssurveys blijft problematisch omdat:

- Onduidelijk is in hoeverre voorjaarsinformatie relevant is voor het inschatten van de daaropvolgende winterperiode (voor Mosselen geen schatting van de mate vertrossing en de aanwezigheid van pokken, vleespercentages die sterk lokaal en over het seizoen variëren).
- Indeling van de prooidieren in grootteklassen in aanvulling op de huidige praktijk van indeling in leeftijdsklassen veel extra werk met zich mee zal brengen, terwijl onduidelijk is in hoeverre dit leidt tot een betere schatting van het beschikbare voedselaanbod; Hetzelfde geldt voor het nemen van additionele maten m.b.t. de schelpdikte, de conditie van de schelpdieren, de mate van begroeiing met zeepokken en de mate van vertrossing
- Met name voor de Eidereend ontbreekt kwantitatieve informatie over het omrekenen van aanwezige naar beschikbare bestanden.

Aanbevolen wordt om:

- Een goede schatting te verkrijgen van de bestanden Mosselen op percelen en deze ook expliciet te betrekken in de discussie rond voedselreservering en foerageermodellen als voor eidereenden beschikbaar voedsel. Registratie van kweekactiviteiten op percelen zou hierbij behulpzaam zijn.
- Het expert judgement van de omvang van de litorale Mosselbestanden in het najaar te vervangen door een meer kwantitatieve schatting.
- Verder onderzoek te doen naar de vertaling van aanwezige naar beschikbare bestanden, voordat op grote schaal surveys worden aangepast.
- Onderzoek te doen naar de mogelijkheid om hoogteligging mee te nemen bij het bepalen van de beschikbare bestanden voor Scholeksters. De hiervoor benodigde informatie is beschikbaar. Deze analyse zou onderdeel kunnen zijn van de validatie van het Scholekstermodel in het kader van EVAII.
- De huidige voedselreserveringsmodellen goed te valideren en daarna pas te kijken in hoeverre het meenemen van beschikbaarheidbepalende factoren leidt tot de een substantiële verbetering van dit modelinstrumentarium. Een belangrijke vraag in dit verband is in hoeverre het meenemen van jaarlijkse variaties in niet-commerciële prooi-soorten (m.n. Non, Strandgaper) leidt tot een daadwerkelijke verbetering ten opzichte van een aanpak waarbij deze niet-commerciële soorten worden meegenomen als vaste, niet jaarlijks fluctuerende factor. Een andere vraag is of het huidige voedselreserveringsbeleid voldoende rekening houdt met het feit niet alle aanwezige bestanden daadwerkelijk beschikbaar zijn als voedsel voor vogels. Ens (2000) concludeert dat, uitgaande van de vogelaantallen in de jaren tachtig, binnen de huidige voedselreservering te weinig wordt gereserveerd, omdat in de onvoldoende rekening wordt gehouden met het feit dat slechts een deel van de schelpdieren beschikbaar is. Ens (2000) komt niet tot een nieuwe berekening - als onderdeel van EVA II projecten B1 over de voedselreservering Scholekster Waddenzee (Rappoldt et al. 2003b), B2 over de voedselreservering Eidereend Waddenzee (Ens et al. 2003) en D2-1 over de voedselreservering Scholekster Oosterschelde (Rappoldt et al. 2003c) zullen nieuwe berekeningen over de te reserveren hoeveelheden voedsel gemaakt moeten worden.
- Complexere voedselreserveringsmodellen, welke schijnbaar rekening houden met veel meer factoren en variabelen, alleen te prefereren boven de simpelere modellen indien deze complexere modellen ook duidelijk beter werken. Dit zou moeten blijken uit een vergelijk van het voorspellend vermogen tijdens validatie.
- Aandacht voor de vraag of het uitwisselbaar maken van bestanden als een verbetering dan wel als een verslechtering van het beleid van voedselreservering moet worden gezien.
- Aandacht te besteden aan de implicaties van onzekerheden m.b.t. de schattingen van bestanden van schelpdieren, vogels en foerageermodellen. Het gaat hierbij vooral om twee zaken: focus op juist die onderdelen die relatief minder betrouwbare schattingen opleveren en een verkenning van mogelijkheden hoe om kan worden gegaan met onzekerheden (riskmanagement).
- Aandacht te besteden aan het feit dat nu minder vogels aanwezig zijn dan gebruikt als basis voor de voedselreservering, en dan met name aan de vraag in hoeverre deze ontwikkeling is gerelateerd aan visserij of andere ontwikkelingen met implicaties voor toekomstig reservebeleid.

6 De effecten van mechanische kokkelvisserij op de benthische macrofauna en hun habitat

Rapport C1-3

Status: 10 december 2003, concept: commentaar audit nog niet ontvangen en verwerkt

Auteurs: Leopold, Dijkman, Cremer, Meijboom, Goedhart

Van alle soorten visserij die in de Waddenzee worden uitgeoefend, is de kokkelvisserij het meest wijd verspreid. Sinds 1993 is de kokkelvisserij gesloten op circa 25% van de droogvallende wadplaten; de rest van de Waddenzee is in principe open voor deze visserij. Met kokkelvisserij gaat bodemomwoeling gepaard, die kort na de visserij goed zichtbaar is, en vaak nog maanden daarna zichtbaar blijft. De vrees bestaat, dat er meer dan visuele schade aan het wad ontstaat door deze visserij. Naast kokkels zouden ook allerlei andere wadorganismen door deze visserij worden beïnvloed, zou de structuur van de wadbodem veranderen en zouden de mogelijkheden voor schelpdieren om zich opnieuw, via broedval op het wad te vestigen, achteruit gaan (Piersma & Koolhaas 1997; Piersma et al. 2001). Hoewel de kokkelvisserij in termen van direct contact met de wadbodem, jaarlijks slechts een gering gedeelte van de Waddenzee bevist (circa 4%), wordt een veel groter deel van de aanwezige kokkelbanken bevist (in slechts zo'n 12% van de Waddenzee komen op enig moment kokkelbanken voor). Daarbij wordt, omdat kokkels gemiddeld slechts een keer in de drie of vier jaar een goede jaarklasse produceren, bij een efficiënte manier van vissen, in opeenvolgende jaren steeds ergens anders gevist, zodat vaak ruim voor de volgende goede broedval het merendeel van de aanwezige kokkelbanken zijn bevist en er uitputting van de kokkelstand optreedt (Beukema et al. 1991).

Vanaf 1993 was er wel een restrictief beleid ten opzichte van de kokkelvisserij, dat rekening hield met de voedselbehoefte van scholeksters en eidereenden, maar alle andere wadorganismen en de wadbodem zelf hadden hierin geen plaats. Ondanks de voedselreservering vertonen de aantallen scholeksters en eidereenden in de Waddenzee een dalende lijn en dit geldt ook voor twee andere schelpdiereters, de Kanoet en de Zilvermeeuw (Leopold et al. 2003). Nu de Waddenzee onder de EU Vogel- en Habitatrichtlijn is gekomen (terwijl het gebied ook al onder een reeks van nationale natuurbeschermingsregelingen valt), is de vraag aan de orde welke *impact* de mechanische kokkelvisserij heeft op het hele systeem van de Waddenzee, dus niet alleen op de kokkel en de kokkeletende wadvogels. Eerder is dit onderwerp ook al aan de orde geweest, in de reeds genoemde studies van Piersma et al., en in minder groot opgezette studies van de Vlas (1982), RIN (1987), Hiddink (2003) en Ens et al. (2003). Al deze studies hebben echter gemeen, dat ze beperkt zijn tot een gering aantal studieplots. In dit EVA II onderzoek worden nu de effecten van kokkelvisserij over de volle breedte van de Waddenzee onderzocht. Effecten op sediment worden primair onderzocht in deelrapport G over de bodem (Zwarts 2003); de doorwerking naar de vogels wordt onderzocht in een ander deelrapport: C2 – Habitatvogels (Leopold et al. 2003); de effecten van het voedselreserveringsbeleid op scholeksters en eidereenden in de Waddenzee wordt behandeld in deelrapporten B1 en B2 (Rappoldt et al. 2003; Ens & Kats 2003); het verloop van de ligging en grootte van de kokkelvoorraden en de ontwikkelingen in de kokkelvisserij worden behandeld in deelrapporten H2 en A1 (Kamermans et al. 2003a en 2003b).

In dit onderzoek zijn de effecten van kokkelvisserij onderzocht op een groot aantal verschillende kokkelbanken (139), verspreid over de hele Waddenzee, over alle mogelijke sedimenten en andere fysische parameters en binnen zowel de gebieden die open zijn voor kokkelvisserij, als in de zogenaamde 'gesloten gebieden'. Dit gaf de mogelijkheid om verschillen tussen de open en gesloten gebieden te onderzoeken en binnen de open gebieden, de effecten bij verschillende visserij-intensiteit en daarbij te corrigeren voor verschillende sedimenten. Er kon in een relatief homogene situatie gewerkt worden. De opeenvolgende, strenge winters van 1995/96 en van 1996/97 hadden de wadplaten ontdaan van de toen levende kokkels, waardoor er geen visserij was in 1996 en in 1997. In 1998 was er wel weer kokkelvisserij, maar nog vooral op sublitorale voorkomens waar de groei van de kokkels relatief goed geweest was. Na 1998 was er weer grootschalige kokkelvisserij op de platen, en dit herhaalde zich in 2000. Voor dit EVA-2 onderzoek werd in de (voor)jaren 2000 en 2001 veldwerk uitgevoerd. Het onderzoek werd beperkt tot kokkelbanken die waren ontstaan in 1997 (als zodanig aangemerkt door de kokkelvissers zelf bij hun inventarisatie in 1998) op droogvallend wad. Er was een dominante jaarklasse aan kokkels (die van 1997),

waardoor het kokkelbestand relatief uniform was want de broedvallen van 1998 tot 2000 hadden weinig nieuwe aanwas opgeleverd. Op de 139 kokkelbanken werden sediment en biota bemonsterd op een van tevoren bepaald aantal punten (aantal afhankelijk van de grootte van de bank), waarvan ook de ligging van tevoren was bepaald. Alle punten werden in beide jaren van veldonderzoek bemonsterd om de twee jaren optimaal te kunnen vergelijken. Om 139 kokkelbanken op vele verschillende aspecten te kunnen bemonsteren binnen een redelijke tijd, was de inzet van veel mensen en middelen nodig. In beide jaren werden circa 25 veldmedewerkers ingezet die konden werken vanaf 7 verschillende schepen. De PO Kokkels stelde de ruwe (geanonimiseerde) *Black Box* gegevens beschikbaar voor de jaren 1998, 1999 en 2000. Hierdoor kon in detail worden nagegaan hoe zwaar de bevissing was geweest sinds de broedval van 1997, rond ieder monsterpunt ($n=1904$) voor dit onderzoek).

Primair werden kokkelbanken vergeleken met een verschillende historie van visserij. Op dit niveau, van banken, werd sediment en het meeste benthos en het sediment bemonstert (mengmonsters per bank). Het voorkomen van de meer algemene en wijd verspreide soorten werd geanalyseerd: kokkels, nonnetjes, wapenwormen, zeeduizendpoten en kleine wormen. Van het sediment werd op bankniveau de mediane korrelgrootte en de hoeveelheid 'tarra' in het sediment (schelp- en ander materiaal groter dan 1 mm) onderzocht. Op het niveau van individuele monsterpunten werd aanvullend onderzocht: de aantallen kokkels, wadpieren (hoopjes), kokerwormen (aantal zichtbare kokers) en mosselen. Uit bestaande datasets (Rijkswaterstaat) werd per punt informatie over sediment en droogligtijd bij de analyses gebruikt.

De statistische analyse van de verkregen gegevens wordt aanzienlijk bemoeilijkt doordat waarnemingen, bijvoorbeeld aantallen kokerwormen, gecorreleerd kunnen zijn met aantallen kokkels. Kokkels kunnen immers in concurrentie leven met andere wadorganismen, of deze juist faciliteren. Bij een positieve correlatie hebben banken met veel kokkels ook veel kokerwormen; bij een negatieve correlatie, zoals bijvoorbeeld gevonden voor de wadpieren, zitten er juist minder wormen op rijke kokkelbanken. Het probleem hierbij is dat de aantallen kokkels voor de bevissing gecorreleerd waren met een veelheid aan andere biota, maar ook met de kans op bevissing en met de mate van bevissing. De bevissing kan dus behalve de kokkels, ook andere zaken beïnvloeden. Een nulmeting, die dit probleem adequaat had kunnen aanpakken, kon echter niet meer worden uitgevoerd omdat dit onderzoek pas plaatsvond nadat er al een jaar van bevissing was geweest na de relevante broedval, en er sowieso een hele historie van visserij was in de Waddenzee. Een alternatieve aanpak was in theorie mogelijk geweest, maar in praktijk niet. Voor een meer gedegen studie was het namelijk nodig geweest om óf in de gesloten gebieden grootschalig experimenteel te gaan vissen, na een gedegen nulmeting (onacceptabel voor de natuurbescherming), óf eerst de visserij overal net zo lang te sluiten (en dan pas onderzoek uit te voeren) totdat we er zeker van konden zijn dat volledig herstel had plaatsgevonden (onacceptabel voor de visserij).

Bij gebrek aan een goede nulmeting moest er speciale statistiek ontwikkeld worden om het probleem aan te pakken, waarbij enerzijds gebruik gemaakt werd van de relatie tussen aantallen kokkels en andere biota in de (als maagdelijk beschouwde) gesloten gebieden en anderzijds van de relatie tussen de hoeveelheid visserij en dezelfde biota in de open gebieden. Hierbij werden een aantal aannames gemaakt, waarvan de belangrijkste waren dat de open en gesloten gebieden niet van elkaar verschilden, behalve dat in het ene wel, en in het andere niet werd gevist, en dat er een vaste verhouding was tussen de hoeveelheid kokkels en de hoeveelheid visserij (zie paragraaf 3.2¹, zodat aantallen kokkels in de gesloten gebieden equivalent waren met de hoeveelheid visserij in de open gebieden. Er werden nu twee relaties (effecten) bepaald: die van de dichtheid aan kokkels op de te toetsen grootte (bijvoorbeeld: dichtheid aan kokerwormen) in de gesloten gebieden (κ) en die van de hoeveelheid visserij op dezelfde te toetsen grootte (β) in de open gebieden. Nagegaan werd of de ontworpen toetsingsgrootte θ , met $\theta = \beta/\kappa$ voor de betreffende grootte afweek van de werkelijke waarde van θ , die bepaald werd als de "vaste" hoeveelheid bevissing B per hoeveelheid kokkels K , dus van B/K , waarbij B/K voor zowel 2000 als voor 2001 apart werd bepaald op grond van de beschikbare data (zie paragrafen 4.4.3 en 4.6¹). Bij alle analyses wordt steeds gecorrigeerd voor de omgevingsparameters mediane korrelgrootte

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

(van het sediment) en droogligtijd. In paragraaf 4.4.3¹ wordt de hele statistische procedure uitgebreid uitgelegd.

Naast de verwachte effecten van visserij op kokkels in de open gebieden werden er vele effecten van de kokkelvisserij gevonden op andere organismen. De grootte van deze effecten verschilde echter vaak per soort bodemdier en tussen jaren (van bevissing). Op kokkelbanken waarop in het eerste jaar na de broedval werd gevist (in 1998) waren er negatieve effecten op de aantallen nonnetjes en kleine wormpjes, terwijl visserij in latere jaren dit effect niet hadden. Effecten op kokkels en mosselkluittjes waren negatief in alle jaren van bevissing, terwijl er geen effecten waren van de visserij op wapenwormen. Positieve effecten waren er op de aantallen wadpieren en zeeduizendpoten en mogelijk op de aantallen kokerwormen (alleen van de visserij van 1998 en 1999 samen, gemeten in 2001). In die gevallen waarvoor geen visserijeffect kon worden aangetoond waren er aanwijzingen dat de open gebieden in zijn algemeenheid minder kokerwormen en wadpieren en meer mosselkluittjes bevatten. Of dit echter lange termijn effecten van visserij zijn, of structurele, gebiedsgerelateerde verschillen, of toevalligheden, valt niet goed na te gaan. De gevonden effecten zijn samengevat in Tabel 43¹.

In de bodem worden geen aanwijzingen gevonden voor ernstige “omspitting” door visserij, waardoor dieper gelegen schelpen(resten) lagen naar boven zouden worden gewoeld om daar langdurig de sedimentkarakteristieken te beïnvloeden. Er zijn geen significante verschillen in beide jaren in de hoeveelheden “tarra” (van verschillende grofheid) tussen de open en gesloten gebieden, noch is er een visserij effect.

Al met al komt er een beeld naar voren van verandering, waarbij de schelpdieren: kokkel, mossel en nonnetje in meer of mindere mate te lijden hebben onder kokkelvisserij, en waarbij enkele belangrijke wormensoorten lijken te profiteren van diezelfde kokkelvisserij. Een probleem bij het laatste is, dat er weliswaar vaak positieve visserijeffecten (positief in statistische zin: meer wormen dan verwacht bij toenemende visserij) op de aantallen wormen gevonden werden, maar dat in het algemeen, de dichtheden wormen juist relatief laag waren in de open gebieden. Dit maakt de interpretatie lastig, maar het is onmiskenbaar, dat er vele neveneffecten zijn van kokkelvisserij, op andere soorten bodemdieren dan de kokkel zelf.

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

7 Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze

Rapport C2

Status: 10 december 2003, concept: commentaar audit nog niet ontvangen en verwerkt

Auteurs: Leopold, Smit, Goedhart, Van Roomen, Van Winden, Van Turnhout

In de Waddenzee wordt sinds mensenheugenis op allerlei manieren gevist. In dit perspectief is de status van de Waddenzee als beschermd Vogel- en Habitatrichtlijngebied, relatief nieuw, al zullen de vogelkundige waarden –beschermd of niet- vrijwel even oud zijn als de Waddenzee zelf. Hiermee vergeleken is de moderne schelpdiervisserij ook een relatieve nieuwkomer. De Waddenzee is een dynamisch gebied *pur sang*, en er zullen in de loop der eeuwen vele autonome ontwikkelingen zijn geweest in de aantallen vogels die er voorkwamen, de soortsamenvatting en hun ruimtelijke verspreiding. Beweging hoort bij het gebied; stilstand bestaat niet en dit geldt ook voor de aantallen wadvogels die in de Waddenzee voorkomen. De redenen van veranderingen in de vogelbevolking zullen deels elders gelegen zijn, en bijvoorbeeld verband houden met veranderingen in broedsucces op ver weg gelegen toendra's. Veranderingen in de Waddenzee zelf, bijvoorbeeld doordat het areaal aan wadplaten verandert, of doordat de productiviteit van het systeem of het "menselijk medegebruik" verandert, hebben echter ook repercussies op de vogels die op enig moment van hun jaarcyclus dit gebied (kunnen) aandoen.

Een grote speler op het wad is de mechanische schelpdiervisserij. De schelpdiervisserij heeft, net als de meeste andere visserijen wereldwijd, een ontwikkeling doorgemaakt van steeds verder doorgevoerde technologische inzet, met als gevolg dat de grenzen van de groei ook hier zijn bereikt. Bij tegenvallende broedval van kokkels en mosselen kan de druk op de schelpdiervoorraad in opeenvolgende jaren zo ver worden opgevoerd dat er problemen ontstaan, zowel voor de handel als voor de vogels die ook afhankelijk zijn van kokkels en mosselen. Voor de kokkelvisserij geldt, dat een aantal jaren na de laatste goede broedval vrijwel overal waar gevist mag worden, de aantallen marktwaardige kokkels zijn gedecimeerd. Dit betreft circa 75% van het wad, de overblijvende 25% is gesloten voor schelpdiervissers, en deze delen blijven, ook na meerdere jaren zonder noemenswaardige broedval, nog steeds rijk aan kokkels. Mosselbanken zijn eind jaren 80 een schaars goed geworden in de Waddenzee, waardoor een stabiele, voorspelbare voedselbron voor mosseletende wadvogels, maar ook voor wadvogels die tussen de mosselen naar andere prooien zoeken, grotendeels is weggefallen. In dezelfde periode was er een sterke neergang in het kokkelbestand, door uitblijvende verjonging en doorgaande visserij. Hierdoor ontstond er rond 1990 een situatie met zeer lage voorraden van zowel mosselen als kokkels en dit heeft grote gevolgen gehad voor de wadvogels. In dit rapport wordt nagegaan, hoe de aantalsontwikkeling is geweest bij 18 algemene wadvogelsoorten, sinds de zeventiger jaren. Deze groep van wadvogels omvat zowel de soorten die primair zijn aangewezen op schelpdieren voor hun voedselvoorziening, als soorten met andere diëten (Figuur 2¹). Voor de analyse is gebruik gemaakt van een lange serie van hoogwater- wadvogeltellingen, die Waddenzeebreed sinds begin jaren 70 door honderden vrijwillige vogeltellers zijn verricht en die thans door SOVON Vogelonderzoek Nederland worden gecoördineerd. De getelde vogels zijn voor dit onderzoek toegewezen aan verschillende categorieën van gebieden: gebieden die steeds bevist konden worden (Open); gebieden die sinds 1993 voor schelpdiervissers zijn gesloten (Gesloten); gebieden die deels in de ene en deels in de andere groep vallen of waarvan delen in 1998 zijn gesloten (Gemengd), en gebieden die voor schelpdiervisserij niet relevant zijn, zoals de Noordzeestranden van de waddeneilanden of de zeer slikkige Dollard. Per soort is de aantalsontwikkeling afgezet tegen het dieet, waarbij een onderscheid gemaakt is tussen schelpdiereters (dieet voor meer dan 50% bestaande uit tweekleppige schelpdieren), wormeneters, vogels met een gemengd dieet en vogels met een 'ander' dieet, zoals bijvoorbeeld vis of schaaldieren.

Voor iedere soort is eerst de aantalsontwikkeling gereconstrueerd voor het hele jaar, voor de hele Waddenzee, met als maat het aantal vogeldagen per (geheel) jaar. Dit representeert de totale aanwezigheid of presentie, en daarmee de totale 'benutting' of predatiedruk van de betreffende soort op het ecosysteem Waddenzee. Vervolgens worden voor de soorten

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

waarbij dit mogelijk is, voor bepaalde maanden van het jaar de trends in *aantallen* geanalyseerd over de reeks van beschikbare jaren. Voor de selectie van deze maanden wordt als criterium gebruikt, dat de betreffende soort in de Waddenzee relatief massaal aanwezig was en dat er voldoende tellingen in de betreffende periode zijn gedaan, en als meerdere maanden werden samengenomen, dat er geen grote fluctuaties tussen verschillende opeenvolgende maanden van het jaar zijn. Deze laatste reeksen zijn apart geanalyseerd voor de verschillende categorieën van gebieden (Open, Gesloten en Gemengd) en bezien werd of de ontwikkeling in de sinds 1993 beschermde gebieden is gaan afwijken van die in de rest van de Waddenzee.

Voor dit onderzoek zijn twee (nul)hypotheses geformuleerd:

1. Veranderingen in de vogelgemeenschap zijn **niet** toe te schrijven zijn aan de schelpdiervisserij;
2. Het nieuwe beleid tav de schelpdiervisserij, heeft **geen** effect op de ontwikkelingen in de vogelaantallen.

Veel soorten wadvogels bleken in hun aantalsontwikkeling beïnvloed door de extreme situatie die zich tussen 1987 (zeer strenge winter) en 1990 (extreme schaarste aan mosselen en kokkels) had ontwikkeld. Dit geldt zowel voor de schelpdiereters, die alle sindsdien dalende trends laten zien, als voor de wormeneters, die in meerderheid sindsdien juist stijgende trends laten zien. Er is dus zeker sprake van een invloed van de voedselsituatie, en deze is mede bepaald door de visserij. Nadat er in 1993 een nieuw beleid werd ingevoerd, onder andere door enkele grote delen van de Waddenzee te sluiten voor de schelpdiervisserij, zijn er weinig verdere ombuigingen van de trends in aantallen wadvogels in de Waddenzee opgetreden. In die zin heeft het beleid dus weinig effect gesorteerd. Wel is er sindsdien een andere verdeling van de vogels over de verschillende deelgebieden binnen de Waddenzee opgetreden. De wormeneters namen vooral toe in de Open gebieden. Dit is in overeenstemming met het idee dat kokkelvisserij zou leiden tot “verworming van het wad”. De algemene dalende tendens van veel wormeneters in de jaren vóór 1990 blijft dan echter onverklaard, want ook vóór 1990 was er intensieve kokkelvisserij en daarbij nog mosselzaadvisserij op de wadplaten, een visserij die zich tegenwoordig in het sublitoraal afspeelt. Het is daarom onwaarschijnlijk dat er in de jaren vóór 1990 sprake geweest kan zijn van “ontworming”, veroorzaakt door de schelpdiervisserij. Daarbij komt dat ook een aantal soorten met een gemengd dieet en zelfs een schelpdierenspecialist als de Scholekster het relatief goed hebben gedaan in de Open en de Gemengde gebieden, sinds de invoering van het nieuwe beleid. Dit wordt toegeschreven aan het feit dat juist in de Open en de Gemengde gebieden herstel is opgetreden van mosselbanken, waarbij steeds de kokkelvisserij gesloten werd op de plaatsen waar dit plaatsvond. Zo ontstonden in deze gebieden in feite extra gesloten gebiedjes, met een zich ontwikkelende gunstige foerageermogelijkheid voor tal van wadvogels. Vooral sinds de laatste strenge winter en de daarmee gepaard gaande goede broedval van 1997 lijkt dit onderdeel van het beleid succesvol want er zijn tekenen dat bij een aantal soorten (Scholekster, Tureluur en Steenloper) de aantallen sindsdien stabiliseren of weer toenemen. Niet bij alle soorten wadvogels zijn er sinds 1993 positieve trends: de Kanoet vertoont de laatste jaren ineens stortende aantallen en voor de Eidereend geldt dat er een meer langjarige, sluipende achteruitgang in de totale winterpopulatie te zien is, met de Noordzee als een tijdelijk en niet geheel adequaat opvanggebied voor vogels die in de Waddenzee sterk dalende aantallen vertonen. Voor deze twee soorten schelpdiereters gelden vermoedelijk specifieke omstandigheden, in het geval van de Kanoet is de situatie rond Griend (in ruime zin) slecht, in het geval van de Eidereend is vooral de situatie van mosselen in het sublitoraal slecht.

Voor de schelpdieren en de daarvan afhankelijke vogels wordt voorzien, dat de situatie op langere termijn eerder zal verslechteren dan verbeteren door dalende kansen voor goede broedval in een door klimaatverandering opwarmende Waddenzee, die gelijktijdig een afnemende eutrofiëringsgraad doormaakt. Deze min of meer autonome ontwikkelingen zullen mede bepalend (moeten) zijn voor het beantwoorden van de vraag hoe men om moet gaan met visserij in het natuurgebied Waddenzee.

8 Resultaten kokkelvisexperiment Ameland

Rapport C4

Status: 16 december 2003, concept voor audit

Auteurs: Ens, De Jong, Ter Braak

Er is al lange tijd discussie of kokkelvisserij tot langdurige veranderingen van de bodem leidt met als gevolg een verminderde broedval van schelpdieren, wat weer nadelige gevolgen heeft voor de vogels die van deze schelpdieren leven. Alleen intensief en langdurig onderzoek met een strakke experimentele opzet op een groot aantal locaties kan een einde maken aan deze discussie. Door verschillende oorzaken is het niet gelukt om op méér dan één locatie zeer intensief onderzoek te doen. Vissers gingen niet akkoord met sluiting van extra gebied en natuurbeschermers gingen niet akkoord met openstelling van gesloten gebied. Ook waren er problemen met het tijdig verkrijgen van vergunningen en verder waren er financiële beperkingen.

Uiteindelijk is op slechts één locatie intensief onderzoek gedaan. Dit is het wad onder de Hon op Ameland. Er is gebruik gemaakt van een sluiting van het wad aldaar in 1999, bedoeld om de terugkeer van droogvallende mosselbanken te stimuleren. Er zijn vakken uitgezet in open en in meer westelijke gelegen gesloten gebied en er zijn waarnemingen gedaan in 1999, 2000, 2001, 2002, en 2003. Er heeft bevissing plaatsgevonden in 1999 en 2000.

Het experiment is van het BACI-type (Before-After-Control-Impact). Op basis van een dergelijk éénmalig experiment is het niet mogelijk onweerlegbare conclusies te trekken over het effect van bevissing. De waarde van het experiment bestaat uit:

- a) aanwijzingen over de effecten van bevissing;
- b) als onderdeel van een meta-analyse van vergelijkbare experimenten;
- c) als pilot studie voor het ideale experiment. Dit is tevens één van de weinige gepubliceerde onderzoeken aan de effecten van kokkelvisserij waarin niet alleen effecten op bodemfauna, maar ook op vogels zijn gemeten.

De kokkels op de onderzochte kokkelbank stammen van de zeer goede broedval uit 1997. In het najaar van 1999 bedroeg de dichtheid van deze kokkels nog 500-700 kokkels per m². Alleen in 2001 was er enige nieuwe broedval van betekenis, maar de sterfte onder deze kokkels was hoog. In 2002 werd het bestand niet alleen in biomassa, maar ook in aantallen, nog steeds gedomineerd door de kokkels uit de goede broedval van 1997. In 2003 waren de kokkeldichtheden zo laag geworden dat niet meer van een kokkelbank gesproken kon worden.

In 1999 werd 39% van de kokkels opgevist uit de onderzoeksvakken in het open gebied en in 2000 86%. In vergelijking met beviste gebieden elders in de Waddenzee kan hier worden gesproken van normale respectievelijk zware bevissing. In het open gebied verdwenen na bevissing ongeveer net zoveel kokkels als verwacht mocht worden op basis van de uit de black box registraties berekende visintensiteit. Op een wat groter schaalniveau was duidelijk dat in 1999 de lage delen van een uitgestrekt kokkelbank van de jaarklasse 1997 werden bevist en in 2000 de hoger gelegen delen die in 1999 niet of minder bevist waren.

In de winter van 1999/2000 verdwenen er zowel uit het open als uit het gesloten gebied veel kokkels. In diezelfde winter werd ook een 10 cm dik zandpakket afgezet in het gesloten gebied. Er zijn aanwijzingen dat dit niet plaats had in verder naar het westen gelegen vakken, waar ook in 2000 nog zeer hoge dichtheden kokkels van de jaarklasse 1997 voorkwamen (800 kokkels per m²). Deze hoge dichtheden verdwenen pas in de winter van 2001/2002, mogelijk als gevolg van het bedekt raken door de mosselzaadbank.

Bovenstaande verdwijning van kokkels in het gesloten gebied in samenhang met de afzetting van een zandpakket zou misschien het gevolg kunnen zijn van uitstralende effecten van de kokkelvisserij in het nabijgelegen open gebied op het gesloten gebied. Een alternatieve verklaring is dat de veranderingen samenhangen met van oost naar west veranderend habitat. Het westelijke gebied is in 1999 afgesloten omdat volgens het mosselhabitatmodel de kans op het ontstaan van een stabiele mosselbank hoog werd ingeschat, hoger dan verder

naar het oosten. De betere overleving van de mossels op het (gesloten) westelijke wad sluit hierbij aan.

In 2001 was er een kleine broedval van kokkels, die hoger was in het open gebied dan in het gesloten gebied. Ondanks deze broedval was het bestand meerjarige kokkels, dus inclusief de overlevende kokkels van de broedval in 2001, in 2002 nog steeds significant lager in het open gebied.

In 2001 was er ook een grote broedval van mosselen op de kokkelbank. De zaadbank strekte zich uit over zowel het open gebied als het gesloten gebied, maar bereikte lokaal zeer hoge dichtheden in het open gebied. In 2002 waren alle mosselen uit het open gebied verdwenen en was alleen in het gesloten gebied nog een mosselbank aanwezig. In 2003 waren de mosselen ook uit het gesloten gebied verdwenen. De mosselbroedval in 2001 had in dat jaar een groot effect op het slibgehalte, de bodemfauna en de vogels.

Het experiment levert de volgende aanwijzingen voor de effecten van kokkelvisserij op de bodemfauna, anders dan kokkels en mossels, waarbij steeds de beperkingen van de proefopzet in het achterhoofd moeten worden gehouden:

- Volgens de berekeningen heeft visserij een negatief effect op Nonnetjes wanneer naar de dichtheid wordt gekeken. De dichtheid nam af na bevissing. In vergelijking tot het gesloten gebied naar schatting 47% in 1999 en 84% in 2000. Als naar de biomassa wordt gekeken is het effect in dezelfde richting, maar niet significant.
- De totale biomassa wormen nam af direct na bevissing. In vergelijking tot het gesloten gebied naar schatting 10% in 1999 en 30% in 2000. Voor de dichtheid wormen bedroegen deze getallen respectievelijk 25% en 47%. Tijdens de eerste meting in 2001 was er volgens het model geen effect meer, maar in 2002 en 2003 was er sprake van een sterk negatief effect.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken over de vogels:

- Scholeksters waren de meest talrijke steltlopers in het onderzoeksgebied. Ze namen af direct na bevissing in het open gebied t.o.v. het gesloten gebied: 22% in 1999 en 57% in 2000. In 2001 was er geen duidelijk effect meer.
- Wulpen namen in 1999 toe in het open gebied na bevissing, maar af in 2000.
- Voor Zilverplevier en Rosse Grutto werden geen duidelijke verbanden gevonden, maar de aantallen vogels waren laag.
- Bonte Strandlopers, Tureluurs en Groenpootruiters werden voor het eerst in noemenswaardige aantallen waargenomen in 2001, als gevolg van de nieuw ontstane mosselzaadbank. De dichtheden waren hoger in de telvakken in het open gebied, waarschijnlijk omdat hier meer mossels lagen.
- Stormmeeuwen namen elk jaar af in de loop van het seizoen, maar deze afname was ieder jaar het sterkst in het gesloten gebied. Bijgevolg werd een positief effect van visserij berekend.
- Kokmeeuwen namen elk jaar af in de loop van het seizoen, maar deze afname was ieder jaar het sterkst in het open gebied. Bijgevolg werd een negatief effect van visserij berekend.
- Zilvermeeuwen werden voor het eerst in noemenswaardige aantallen geteld in 2001, als gevolg van de nieuwe ontstane mosselzaadbank. De dichtheden waren hoger in de telvakken in het open gebied, waarschijnlijk omdat hier meer mossels lagen.

Dit onderzoek bevestigt geheel volgens verwachting dat kokkelvisserij leidt tot een verlaging van de dichtheid meerjarige kokkels en daarmee tot een verlaging van de dichtheid van de van Kokkels levende Scholeksters. Daarnaast bevestigt dit onderzoek eerder onderzoek dat kokkelvisserij negatieve effecten heeft op de bodemfauna die niet het doel is van de visserij. Dit effect speelt op een termijn van maximaal een jaar. Verlaagde dichtheden wormen en schelpdieren in het open gebied, vooral in 2002 en in mindere mate in 2003, kunnen als lange-termijn effect van kokkelvisserij worden geïnterpreteerd, maar kunnen ook het gevolg zijn van ontwikkelingen die niets met kokkelvisserij te maken hebben. Het probleem voor de interpretatie dat er sprake is van een lange-termijn effect van kokkelvisserij is namelijk dat de zaadval van mosselen in 2001 zich niets "aantrok" van de voorafgaande bevissing en zowel in

open als gesloten gebied plaatsvond. Deze broedval had een groot effect, waarschijnlijk via het slibgehalte, op de andere bodemfauna (en op de vogels).

Eventueel toekomstig onderzoek naar de effecten van mechanische kokkelvisserij op het ecosysteem van de Waddenzee is alleen zinvol als wordt uitgegaan van een groot aantal onderzoekslocaties, een lange termijn en een strakke experimentele opzet.

9 Korte Termijn Advies Voedselreservering Oosterschelde

Rapport D1

Status: juli 2000, definitieve versie

Auteurs: Bult, Ens, Lanthers, Smaal, Zwarts

9.1 Voedsel Voor Scholeksters In De Oosterschelde

Sinds 1980 zijn er in de Oosterschelde veranderingen opgetreden in de schelpdiervoorraden op droogvallende platen, die van belang zijn voor scholeksters (kokkels, nonnetjes, mosselen).

- Het kokkelbestand is met 71 % afgenomen in de periode van 1985 tot 1999. Een duidelijke oorzaak van deze achteruitgang is niet aantoonbaar. Mogelijke oorzaken worden samengevat in Tabel 9.1.
- De mosselbestanden zijn begin jaren negentig vrijwel verdwenen door de verplaatsing van de litorale mosselpercelen naar de diepere wateren.
- De afname in de mosselbestanden is structureel. Of de afnamen in de bestanden van de kokkel structureel zijn is vooralsnog niet duidelijk.
- Het bestand aan nonnetjes is in eerste helft van de jaren 90 afgenomen in de Oosterschelde maar na 1995 is het bestand weer toegenomen. Het bestand heeft een dusdanig geringe omvang (1.600 ton *versgewicht*) dat het niet van groot belang is als voedselbron voor scholeksters.

De ontwikkeling van de populaties van de kokkels in de Oosterschelde lijkt af te wijken van de ontwikkeling in de omliggende wateren in de Westerschelde en de Waddenzee wat aangeeft dat er mogelijk een Oosterschelde specifiek aspect meespeelt. In de Oosterschelde is er sinds de aanleg van de kering geen sterke jaarklasse kokkel meer waargenomen terwijl dit in de Waddenzee en de Westerschelde wel het geval was. Structurele veranderingen in de morfologie van de Oosterschelde als gevolg van de kering of de sterke toename van de populaties Japanse oester in de Oosterscheldebekken kunnen debet zijn aan de teruggang in de ontwikkeling van de kokkel.

Tabel 9.1. *Overzicht van variabelen die mogelijk een rol hebben gespeeld bij de afname van de kokkelbestanden in de Oosterschelde zoals beschreven in hoofdstuk 2¹, en die in het kader van deze studie zijn onderzocht; samenvatting conclusies en aanbevelingen verder onderzoek (cursief). Merk op dat bij de invloed van mechanische kokkelvisserij gerefereerd wordt aan de relatie tussen deze visserij en de waargenomen trendmatige afname van de kokkelpopulaties. De duidelijke effecten van de kokkelvisserij op de omvang van de kokkelpopulatie in de jaren waarin deze visserij was geopend staat in deze tabel dus niet ter discussie.*

Variabele	Veranderd als gevolg van de kering?	Heeft de variabele een rol gespeeld bij de beschreven afname van de kokkelbestanden?
Sediment	Ja	<i>jonge kokkels: mogelijk effect, grootte effect onbekend oudere kokkels: waarschijnlijk geen effect</i>
helderheid	Ja	<i>waarschijnlijk geen effect</i>
zoutgehalte	Ja	<i>jonge kokkels: effect mogelijk maar niet waarschijnlijk oudere kokkels: waarschijnlijk geen effect</i>
voedselaanbod	Ja	<i>geen aanwijzingen vermindering draagkracht schelpdieren</i>
Japanse oester	Nee	<i>mogelijk effect, grootte effect onbekend</i>
handkokkelaars en recreatie	Nee	<i>niet waarschijnlijk</i>
mechanische kokkelvisserij	Nee	<i>effect mogelijk, grootte effect onbekend</i>

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

Tbt	Nee	niet waarschijnlijk
samenspel factoren -	-	effect mogelijk, grootte effect onbekend

9.2 Scholeksters in de Oosterschelde

Vanaf midden jaren tachtig is er sprake van een teruggang in de aantallen scholeksters van 75.000 scholeksters in de winterperiode toen naar 50.000 in de huidige omstandigheden. Voor de jaargemiddelde dichtheid van de scholeksters zijn de aantallen teruggelopen van ca 50.000 halverwege de jaren tachtig naar 30.000 nu. Voor andere vogelsoorten die van schelpdieren leven in de Oosterschelde is een dergelijke ontwikkeling niet waargenomen.

Vooraf de verandering in het voedselaanbod lijkt de belangrijkste oorzaak voor de terugloop in de aantallen scholeksters (zie hieronder en Tabel 9.2).

Tabel 9.2 Overzicht van variabelen die mogelijk een rol hebben gespeeld bij de afname van scholeksters in de Oosterschelde zoals beschreven in hoofdstuk 4¹, en die in het kader van deze studie zijn onderzocht; samenvatting conclusies en aanbevelingen verder onderzoek (cursief). Merk op dat bij de invloed van mechanische kokkelvisserij gerefereerd wordt aan de effecten van deze visserij op de waargenomen trendmatige afname van de scholeksterpopulaties (zie ook opschrift Tabel 9.1).

Tabel 9.2 Overzicht van variabelen die mogelijk een rol hebben gespeeld bij de afname van scholeksters in de Oosterschelde

Variabele	Heeft de variabele een rol gespeeld bij de beschreven afname van scholeksters?
Verplaatsing mosselpercelen	effect zeer waarschijnlijk: mosselpercelen zijn in begin jaren 90 verplaatst buiten bereik scholeksters; in jaren 1985-1991 werd 15%voedselbehoefte gedekt door mossels (schatting)
mechanische kokkelvisserij	effect mogelijk, grootte effect onbekend
Areaal intergetijdengebied-kering	effect mogelijk, maar effect is waarschijnlijk klein
hoogteligging platen – kering	mogelijk effect, grootte effect onbekend
ijsvorming - kering	effect mogelijk maar niet waarschijnlijk
recreatie	effect niet waarschijnlijk
wereldpopulatie scholeksters	effect niet waarschijnlijk
voedselaanbod: kokkels	effect zee oogstbaarheid in samenhang met dichtheid scholeksters/kokkels r waarschijnlijk via afname kokkels; effecten via en hoogteligging van platen goed mogelijk, grootte van deze effecten onbekend
voedselaanbod: alternatieve prooien (andere prooien dan kokkel en mossel)	effect mogelijk, maar waarschijnlijk niet groot: weinig alternatieve prooien beschikbaar; hoeveel alternatieve prooien uitgehongerde scholeksters ondanks een lage beschikbaarheid in hun dieet stoppen vergt nader onderzoek
samenspel factoren	mogelijk effect, grootte effect onbekend

9.3 Voedselbehoefte Scholeksters In De Oosterschelde

Uit onderzoek blijkt dat de predatiedruk op de prooi-soorten kokkel, mossel en nonnetje niet sterk verschilt. Op basis van de schelpdiervoorraden zoals die eind jaren tachtig in de Oosterschelde aanwezig waren kan daarom worden geconcludeerd dat van de voedselbehoefte in deze periode in de vorm van schelpdieren, 3% door nonnetjes werd gedekt, 15% door het mosselzaad en ca 82% door kokkels. Dit omvat hoogstwaarschijnlijk niet de totale voedselbehoefte van de scholekster omdat bekend is dat de scholekster beperkt gebruik maakt van andere soorten op de platen maar eveneens voedsel zoekt in de omliggende weilanden. De bijdrage van deze alternatieve voedselbronnen in de totale voedselbehoefte van de scholekster is nog onbekend. Wel is bekend uit onderzoek dat scholeksters die in de winter bij hoogwater regelmatig in weilanden foerageren, dat doen omdat ze bij laagwater onvoldoende voedsel op het intertidaal kunnen vinden. Zulke scholeksters lopen een verhoogd sterfterisico. Weilanden vormen alleen een alternatieve

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

voedselbron in natte omstandigheden. Bij vorst zullen weilanden direct onbereikbaar worden als voedselbron. Kokkels vormen dus op dit moment de belangrijkste bron van voedsel voor scholeksters in de Oosterschelde, ook gezien de afnamen in de bestanden mossels en nonnetjes in de jaren 90 (zie hierboven).

9.4 Effecten Voedselreserveringsbeleid

Het voedselreserveringsbeleid in de Oosterschelde heeft er zeker aan toe bijgedragen dat er meer voedsel voor de scholekster aanwezig is geweest in de periode vanaf 1993, in die zin dat werd afgezien van een verdergaande kokkelvisserij en aldus een deel van de voedselbehoefte van scholeksters veilig werd gesteld. Door de lage, sterk fluctuerende bestanden aan kokkels en het wegvallen van de mosselpercelen op de droogvallende platen blijft er, ondanks het uitblijven of verminderen van visserij, sprake van schaarste aan voedsel voor de scholekster in een groot aantal van de jaren. In de periode na 1993 is waarschijnlijk te weinig voedsel in de vorm van kokkels aanwezig geweest om de referentieaantallen scholeksters, gebaseerd op de periode 1987-1989, te voeden.

9.5 Verantwoording Methoden

Dit rapport is gebaseerd op:

1. Literatuur en expert-opinion;
2. Statistische analyses;
3. Modelstudies.

Hierbij moet worden opgemerkt dat:

1. Veel literatuur en expert-opinions betrekking hebben op gebieden anders dan de Oosterschelde.
2. Uitkomsten van statistische toetsen zijn vaak moeilijk te interpreteren, vooral in relatie tot effecten van de kering: Er zijn geen goede data beschikbaar van de situatie van voor de kering (vogels, kokkels) die een goed vergelijk mogelijk maken met de situatie van na de kering. Monitoringsactiviteiten zijn sterk veranderd en verbeterd. Hierdoor is het zeer moeilijk om statistisch hard aan te tonen dat de kering een effect heeft gehad op kokkels of vogels: Schijnbare verschillen in voorkomen van kokkel en scholekster zouden ook het gevolg kunnen zijn van een veranderde monitoringstechniek.
3. De modelbenadering uit hoofdstuk 5 is slechts gevalideerd op onderdelen. Dit betekent dat deze modelbenadering op dit moment vooral gezien moet worden als een poging om bestaande kennis zo goed mogelijk te bundelen. In hoeverre deze modellen ook daadwerkelijk in staat zijn om betrouwbare voorspellingen te doen zal nog verder uitgezocht moeten worden.

M.a.w., elk van de benaderingen in deze studie (literatuur, statistiek en model) heeft zijn beperkingen. Dit betekent niet dat deze studie van weinig waarde is, maar vooral dat een vergelijk van de uitkomsten van de verschillende benaderingen van belang is: Conclusies worden sterker indien, onafhankelijk van de benadering, hetzelfde beeld ontstaat; Conclusies zijn zwak indien ze sterk afhangen van de gebruikte methode.

Alle drie de methoden laten zien dat de afname van de aantallen scholeksters in de Oosterschelde sinds jaren 90 zeer waarschijnlijk het gevolg is van voedseltekort.

9.6 Beantwoording Onderzoeksvragen

Is de voorraad kokkels in de Oosterschelde afgenomen?

Het kokkelbestand is met 71% afgenomen in de periode van 1985 tot 1999.

Wat zijn de mogelijke oorzaken van die afname? *Zie Tabel 9.1*

In hoeverre wordt de afname van de scholeksters in de Oosterschelde veroorzaakt door de afname van de kokkelbestanden of zijn er andere oorzaken aan te duiden zoals de aanleg van de Oosterscheldekering of de verplaatsing van de mosselpercelen? *Zie Tabel 9.2*

Wat is het effect van het huidige voedselreserveringsbeleid op de voedselbeschikbaarheid voor scholeksters in de Oosterschelde?

- Het voedselreserveringsbeleid heeft geleid tot een verbetering van de voedselsituatie voor scholeksters in die zin dat werd afgezien van een verdergaande kokkelvisserij en aldus een deel van de voedselbehoefte van scholeksters veilig werd gesteld. Dit beleid kan de regelmatig optredende voedselschaarste echter niet voorkomen zolang er geen sterke jaarklasse kokkel optreedt in de Oosterschelde. Beleid m.b.t. het verbeteren van de kokkelbroedval is pas mogelijk als een duidelijker beeld is van de factoren en processen die deze broedval bepalen en indien deze factoren en processen mogelijkheden bieden voor menselijke beïnvloeding.

9.7 Conclusies

- Er is een duidelijke relatie vast te stellen tussen de voorraad schelpdieren en de aantallen scholeksters.
- In de periode 1985-1999 is de voedselvoorraad in de Oosterschelde voor de scholekster verminderd door een afname van de kokkelbestanden met ruim 70 % en het vrijwel geheel verdwijnen van de mossel van de platen. De afname in de mosselbestanden is structureel. Of de afnamen in de bestanden van kokkels structureel zijn is vooralsnog niet duidelijk.
- De afname van de aantallen scholeksters in de Oosterschelde sinds begin jaren 90 is zeer waarschijnlijk het gevolg van voedseltekort.
- Het voedselreserveringsbeleid heeft geleid tot een verbetering van de voedselsituatie voor scholeksters in die zin dat werd afgezien van een verdergaande kokkelvisserij en aldus een deel van de voedselbehoefte van scholeksters veilig werd gesteld. Dit beleid kan de regelmatig optredende voedselschaarste echter niet voorkomen zolang er geen sterke jaarklasse kokkel optreedt in de Oosterschelde.
- Beleid m.b.t. het verbeteren van de kokkelbroedval is pas mogelijk als een duidelijker beeld is van de factoren en processen die deze broedval bepalen en indien deze factoren en processen mogelijkheden bieden voor menselijke beïnvloeding.
- De gevolgde berekeningsmethode over de voedselreservering is gebaseerd op de modernste inzichten over de beschikbaarheid van kokkels voor scholeksters (niet alle kokkels zijn oogstbaar). De berekening levert een exact getal, maar om te voorkomen dat dit getal te sterk verabsoluteerd zou worden, gegeven de onzekerheden in de berekening, is er voor gekozen in de conclusies alleen grenswaarden te presenteren: Uitgaande van een structurele verlaging van de referentie-aantallen scholeksters met 15%, i.v.m. het wegvallen van de mosselen, en een bijdrage van alternatieve prooien aan het dieet van scholeksters van 0%, moet er in totaal ca 4.6-9.1 miljoen kg kokkelvlees gereserveerd worden, aanzienlijk meer dan de pure vleesbehoefte van de vogels. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze ouderejaars kokkels ook in dichtheden lager dan 50 per m² mogen voorkomen. Indien wordt uitgegaan van 40% alternatieve prooien dan is deze range 2.7-5.5 miljoen kg vlees. De bijdrage van alternatieve prooien aan het dieet van de scholeksters in de Oosterschelde is niet direct vastgesteld voor de scholeksterpopulatie als geheel. Op basis van kennis over het foeragegedrag van de scholekster, de seizoensveranderingen in de beschikbaarheid van de prooidieren en de omvang van de bestanden van de verschillende schelpdieren is voor de huidige Oosterschelde berekend dat deze bijdrage echter eerder richting 0% dan richting 40% gezocht moet worden.
- Nader onderzoek zou zich moeten richten op (zie tabel 9.1 en 9.2):
 - relatie Japanse oester – kokkel;
 - effecten mechanische kokkelvisserij op ontwikkelingen in kokkelbestanden;
 - relatie sediment - jonge kokkel;
 - oogstbaarheid kokkels voor scholeksters / hoogteligging platen;
 - validatie en verbetering van modelberekeningen;
 - alternatieve prooien;

10 Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde

Rapport D2-1

Status: december 2003, definitieve versie

Auteurs: Rappoldt, Ens, Berrevoets, Geurts van Kessel, Bult, Dijkman

Aantalsverloop en voedsel

Om een reconstructie te maken van de aantallen Scholeksters die voor de afsluiting van de Oosterscheldekering voorkwamen in de Oosterschelde zijn de gegevens uit die periode met drie modellen bewerkt. De noodzaak hiertoe komt voort uit het feit dat er in die jaren (1978-1983) relatief veel missende tellingen zijn. De uitkomsten van de modellering verschillen niet sterk van elkaar. Uit de analyse blijkt dat de aantallen voor de sluiting van de Oosterscheldekering niet veel hoger waren dan net na de sluiting. Alleen in het noordelijke deel van de Oosterschelde (grenzend aan het afgesloten Volkerakmeer) was er wel sprake van een duidelijke afname van de aantallen. Dit laatste is logisch omdat een aanzienlijk deel van het foerageergebied toen verloren ging. De aantallen bleven tot eind jaren tachtig relatief stabiel, daarna werden in diverse deelgebieden in korte tijd vaak grote afnames (> 30% van de populatie in één deelgebied) waargenomen.

De Nederlandse scholeksterpopulatie is zowel in de broedgebieden als in de overwinteringsgebieden afgenomen. De oorzaak van de afname zou dus zowel in de broedgebieden, met name de Nederlandse polderlandschappen, als in het wintergebied, d.w.z. de Waddenzee en de Deltawateren, gezocht kunnen worden (of in allebei). Echter, twee goed onderzochte broedpopulaties op respectievelijk Texel en Schiermonnikoog, die voor hun voedselvoorziening geheel en het jaar rond afhankelijk zijn van de Waddenzee en eventueel andere getijdengebieden, zijn ook sterk afgenomen. Om die reden is het aannemelijk dat de oorzaak van de achteruitgang van de scholekster vooral in de Waddenzee en de Deltawateren gezocht moet worden.

Voor de Oosterschelde is het gemiddelde aantal scholeksters dat er overwintert in de maanden september t/m maart in de jaren negentig afgenomen van 64.000 tot ongeveer 40.000. De oorzaken van deze draagkrachtvermindering van ongeveer 24.000 scholeksters zijn de verplaatsing van de mosselen naar het sublitoraal (ongeveer 9.600 scholeksters minder), de kokkelvisserij (ongeveer 5.700 scholeksters minder) en de veranderingen die zich in de Oosterschelde hebben voorgedaan na de gedeeltelijke afsluiting (ongeveer 8.700 scholeksters minder). De voortgaande afvlakking van de droogvallende wadplaten zal vermoedelijk tot een verdere daling van het aantal scholeksters in de Oosterschelde leiden. Bij gelijkblijvend schelpdierbestand neemt de droogvalduur zodanig af dat het aantal scholeksters met nog eens 9.000 kan afnemen. Als daarnaast het kokkelbestand verder achteruitgaat kan het aantal scholeksters in de Oosterschelde onder de 30.000 komen.

Voordat deze draagkrachtberekeningen konden worden gedaan is de samenhang tussen het aantal scholeksters en het kokkelbestand onderzocht door middel van een statistische analyse van de gegevens en met behulp van modelberekeningen aan foeragerende scholeksters.

Na sommige winters is het aantal scholeksters sterk gedaald en na andere winters is het weer gestegen. Deze aantalsveranderingen lijken inderdaad samen te hangen met de grootte van het kokkelbestand. Als er veel voedsel ligt nemen de aantallen toe en als er weinig voedsel ligt nemen de aantallen de volgende winter af. Er is een kans van 14% dat het gevonden verband op toeval berust maar het onderscheidend vermogen van de statistiek is gering als gevolg van het geringe aantal meetpunten en de omgekeerde conclusie, dat er geen verband is, is met een waarschijnlijkheid van 75% onjuist.

Een simulatiemodel

Om meer te kunnen zeggen over de hoeveelheid voedsel die er aan het begin van de winter moet zijn (de ecologische voedselbehoefte), is het foerageren van de vogels gesimuleerd met behulp van een daartoe geschreven computer programma. De dagelijkse voedselopname van de scholeksters wordt bepaald door de snelheid waarmee de vogels de schelpdieren kunnen vinden en opeten, door het vleesgewicht van de schelpdieren dat in de loop van de winter behoorlijk afneemt, door de mate waarin scholeksters last hebben van elkaar tijdens het foerageren, en natuurlijk van de droogvalduur van de prooien. De dagelijkse voedselbehoefte

van de vogels hangt af van de temperatuur en ook enigszins van het gewicht van de vogels. De schelpdierbestanden zoals aangeleverd door het RIVO specificeren voor een groot aantal plekken het bestand aan kokkels en nonnetjes en die plekken hebben elk hun droogvalduur. Begin jaren negentig waren er ook nog mosselen op droogvallende mosselpercelen en daarvoor is een aparte schatting gemaakt.

Door het rekenwerk aan de voedselopname uit te voeren als een simulatie van de voedselopname van uur tot uur, de hele winter door, kunnen ook andere, subtielere factoren in rekening worden gebracht. In tijden van schaarste kunnen de vogels in de polder op wormen foerageren. De snelheid waarmee de vogels hun voedsel kunnen verteren is begrensd en ook hun maaginhoud is begrensd. Daardoor kunnen de vogels bijvoorbeeld niet in heel korte tijd voldoende eten, zelfs al ligt het voedsel voor het oprapen. Verder worden voor de periode 1990-2001 de door het RIKZ gemeten waterstanden en de dagelijkse minimum en maximum temperaturen gemeten door het KNMI gebruikt. Het aantalsverloop van de scholeksters is voor elk van de winterseizoenen geschat door het RIKZ op basis van de beschikbare tellingen. De visserij wordt in rekening gebracht via de vangstgegevens en ruimtelijke verspreiding van de visserij wordt afgeleid van de black box gegevens.

Enkele belangrijke processen zijn echter moeilijk te kwantificeren. In strenge winters is door ijsvorming het voedsel onbereikbaar voor de scholeksters en hebben ze de keuze tussen honger of uitwijken naar Frankrijk. De modelparameters die het effect van vorst op de foerageersnelheid beschrijven kunnen slechts grof geschat worden en de resultaten voor de strenge winters 1990-1991, 1995-1996 en 1996-1997 zijn daarom niet gebruikt in de berekening van de voedselreservering.

Verder is het onmogelijk om de verspreiding van de scholeksters tijdens laagwater op realistische wijze te simuleren. Het gedrag van de vogels in de simulatie is daarom gebaseerd op enkele vereenvoudigingen:

1. er zijn geen verschillen in voedselbehoefte en foerageerefficiëntie tussen de individuen;
2. de scholeksters hebben een volledige kennis van het schelpdierbestand en
3. de vogels kunnen zich momentaan en zonder energetische kosten verplaatsen binnen elk van de vier onderscheiden deelgebieden. De scholeksters in het model kunnen dus hun opnamesnelheid maximaliseren door zich voortdurend optimaal te verspreiden over de droogvallende delen van het voedselgebied.

Deze optimistische aannamen over het gedrag van de vogels worden gecompenseerd door het uitrekenen, en uiteindelijk begrenzen, van een stress niveau. Dat stress niveau is een maat voor de inspanning die de vogels moeten leveren gedurende een heel winterseizoen. Het berekende stress niveau stijgt kwadratisch met de "werkdruk" en de maximale prestatie van de alwetende en ideale vogel komt overeen met een stress niveau van 1. Een stress niveau van 0.36 komt overeen met een effectieve werkdruk die 60% is van het maximum (vierkantswortel $0.36=0.6$).

Voedselstress in de jaren negentig

De stress index berekend voor 64.000 Scholeksters (de oorspronkelijke referentie aantallen) en 54.400 Scholeksters (de tussentijds aangepaste referentie aantallen) heeft in twee van de negen winters tussen 1990 en 1998 een waarde bóven de 0.6. Dat betekent dat de gemiddelde en ideale vogel tenminste 80% van de maximale inspanning heeft moeten leveren om de winter door te komen. Dit resultaat is een tweede aanwijzing voor voedseltekort als de belangrijkste oorzaak voor de afname van het aantal overwinterende Scholeksters in de periode 1990-1997.

De voor werkelijke aantallen vogels in de zachte winters berekende stress indices zijn gerelateerd aan de mate waarin de vogels de volgende herfst zijn terug gekomen (gemeten aan de aantalsverandering). Dat verband is statistisch significant. Dus na een zachte winter met hoge stress daalt het aantal scholeksters en bij lage stress nemen de aantallen het volgende jaar toe. Ook dit resultaat wijst er dus op dat het aantal scholeksters in de Oosterschelde door het kokkelbestand gereguleerd wordt.

Voedselstress en sterfte in de jaren negentig

Om te onderzoeken of er een verband is tussen voedsel stress en sterfte zijn de doodvondsten van scholeksters geanalyseerd. Het betreft Scholeksters die geringd zijn in de periode 1984-1991 in het kader van een samenwerking tussen RWS/NIOOCOME onder leiding van Rob Lambeck. Uit het onderzoek komt naar voren dat de overleving sterk varieert tussen jaren en voor jaren waarin ook het effect van leeftijd kon worden geschat was er ook een groot effect van leeftijd. In de meeste jaren is de overleving zeer hoog (juvenielen: 71%; subadulten 93%; adulten: 96%), maar in strenge winters is de overleving aanzienlijk lager (juvenielen: 34%; subadulten 74%; adulten: 83%). Deze lagere overleving hangt waarschijnlijk samen met een grotere dagelijkse behoefte aan voedsel tijdens vorstperiodes in combinatie met een lagere beschikbaarheid van voedsel door opvriazing van slikken en platen, de geringere bereikbaarheid van prooidieren en het afsterven van prooidieren. De overleving van juvenielen in strenge winters is minder dan 50% van de overleving in zachte winters, terwijl de overleving van adulten in strenge winters meer dan 85% bedraagt van de overleving in zachte winters, maar dit verschil is niet significant.

Er is ook een relatie tussen de voor een winterseizoen berekende stress en de overleving. Bij hoge stress is de overleving laag, zoals verwacht. Dit verband is het gevolg van de hoge stress in strenge winters. Bij minder extreme stress niveaus komt weliswaar een deel van de vogels het volgend jaar niet terug (of er vestigen zich geen jonge vogels), maar er is niet een onmiddellijk verhoogde sterfte.

Voedselreservering

Om te komen tot een voedselreservering moeten we ons realiseren dat de kokkelstand van nature sterk fluctueert. De enorme bestanden die na een goede broedval tot ontwikkeling komen, kunnen niet door de scholeksters worden geëxploiteerd. De scholekster is immers een lang levende vogelsoort met een lage reproductie en een sterfte van slechts enkele procenten in zachte winters. Het aantal scholeksters kan daarom nooit zo snel fluctueren als de kokkelstand hetgeen impliceert dat er in de rijkste kokkeljaren gevist kan worden zonder dat, dat invloed heeft op de vogels.

Het aantal scholeksters dat van een fluctuerende kokkelstand kan leven zal uiteindelijk bepaald worden door de voedselstress die de vogels in slechte jaren ervaren. Scholeksters kunnen een voedseltekort echter voor een belangrijk deel opvangen door allerlei marginale prooien te eten. Ze gaan niet zo gauw dood, maar sommige (jonge) vogels zullen besluiten om het volgend jaar elders heen te gaan (met alle risico's van dien). Dat is meer dan speculatie: het aantal in Noord-Frankrijk doortrekkende scholeksters is de laatste jaren aanzienlijk toegenomen.

Als de frequentie van slechte voedseljaren te hoog is, dan zal het aantal scholeksters dus langzaam afnemen, totdat er een situatie bereikt is waarbij de risico's van slechte jaren weer gecompenseerd worden door goede jaren. Een op de lange termijn stabiel aantal scholeksters moet dus in goede jaren iets kunnen toenemen, bijvoorbeeld door de vestiging en overleving van jonge vogels in hun eerste winter. Dat betekent een voedselreservering die zodanig is dat goede jaren ook goed blijven en niet door visserij in gemiddelde jaren worden veranderd. Een lichte stijging van het stress niveau is dus wel acceptabel, maar mag niet leiden tot een druk op het aantal vogels.

De modelberekeningen in combinatie met de veranderingen in het aantal vogels leveren een schatting van de voedselreservering van 150 kg kokkelvlees per vogel, ofwel 2.5 keer de fysiologische voedselbehoefte. Dit getal wordt in essentie bepaald door de snelheid waarmee de vogels hun voedsel kunnen vinden, de droogvalduur van de prooien en de vermagering van de prooien in de loop van de winter. Dit zijn goed bekende eigenschappen van de vogelsoort en het gebied. De berekende reservering komt daarom overeen met de eerdere schatting van de Vlas (2002), die een minder gedetailleerd rekenmodel heeft gebruikt. Een reservering van 150 kg is verder consistent met de basisgegevens die bij minder voedsel gemiddeld een daling en bij meer voedsel een stijging van de aantallen laten zien. De standaard deviatie voor de benodigde voedselreservering bedraagt ruwweg 20 kg kokkelvlees. Voor een nauwkeurige kwantificering van de foutenmarge en in het bijzonder voor het berekenen van betrouwbaarheidsintervallen zijn de gegevens echter niet toereikend.

Een lichte stijging van de stress index door visserij komt conceptueel geheel overeen met de Britse aanpak (Goss-Custard et al., 2003). Daar wordt een model gebruikt waarin de variatie tussen individuen in rekening wordt gebracht en waarmee een toename van de sterfte kan worden geschat. Een toename van de sterfte met 0.5% wordt acceptabel geacht en voor 3 verschillende estuaria leidt dat tot een reservering van 2.5, 5.0 en 5.5 keer de fysiologische behoefte.

Een reservering van 150 kg per kokkelvlees per vogel correspondeert met 9.750 ton kokkelvlees als wordt uitgegaan van 65000 Scholeksters en 8160 ton kokkelvlees als wordt uitgegaan van 54.400 Scholeksters. De laatste hoeveelheid was in de tachtiger jaren heel gewoon, maar heeft er slechts 3 keer gelegen in de negentiger jaren. Het aantal goede jaren lijkt dus te klein (en de gemiddelde voedselstress te hoog) om het aantal scholeksters op peil te houden. Dat aantal is dan ook gedaald. We kunnen dat ook uitdrukken door de draagkracht van het Oosterschelde te schatten. Een ruwe schatting met behulp van het simulatiemodel levert een draagkracht op van 38.900 scholeksters voor de Oosterschelde in de negentiger jaren (met visserij). Deze draagkracht ligt ver onder het oorspronkelijke referentie-aantal van 65.000 en ook duidelijk onder het aangepaste referentie-aantal. De geschatte draagkracht komt echter goed overeen met de huidige aantallen Scholeksters.

Cumulatieve effecten

Om te voorkomen dat grote fouten worden gemaakt in het verloop van het kokkelbestand gedurende de winter, is het simulatiemodel voor foeragerende scholeksters elk jaar opnieuw gestart met de geschatte bestanden voor september van dat jaar. Dat heeft tot gevolg dat wel de effecten van de visserij in datzelfde najaar kunnen worden geschat, maar geen meerjarige en cumulatieve effecten. Daartoe is het nodig dat een kokkelbestand gedurende een periode van meer dan één jaar kan worden doorgerekend zowel met als zonder visserij. Dat kon niet met voldoende nauwkeurigheid gedaan worden.

Een recente verbetering in de berekende zomergroei (in rapport H2) van éénjarige kokkels brengt een berekening over meerdere jaren binnen bereik. Verkennende berekeningen wijzen uit dat het wegvissen van kokkels leidt tot een bestandsvermindering in volgende jaren met meer dan de helft van het weggevisste tonnage. Dit effect van de kokkelvisserij op de ontwikkeling van het kokkelbestand heeft vermoedelijk geleid tot voedseltekort in de winters van 1995-1996 en 1996-1997, waarin dat zonder visserij niet was gebeurd. Dat waren jaren met een afnemende bestands grootte (tegen het eind van een piek in het kokkelbestand), terwijl een nieuwe broedval nog uitbleef.

Draagkrachtberekeningen

De geschatte draagkracht zonder visserij voor de negentiger jaren bedraagt 42.200 scholeksters, ongeveer 3.300 méér dan de draagkracht van 38.900 scholeksters met visserij. Alhoewel de draagkracht getallen zelf onnauwkeurig zijn is het verschil redelijk robuust: het visserij effect bedraagt ongeveer 8% van de draagkracht van het gebied.

In deze berekening is geen rekening gehouden met het cumulatieve effect van de visserij op het kokkelbestand. Verkennende berekeningen inclusief dat cumulatieve effect leveren een draagkracht mét visserij van 40.500 vogels. Dat is iets hoger dan zonder cumulatief effect omdat niet alleen de visserij maar ook de predatie door vogels doorwerkt op het kokkelbestand in de volgende jaren. De draagkracht schatting zonder visserij bedraagt 46.200 scholeksters, dat is 5.700 scholeksters méér dan zonder visserij. Cumulatieve effecten zijn vooral opgetreden na 1994 toen in enkele opeenvolgende jaren een aanzienlijk deel van de kokkels is weggevisst.

Deze resultaten betekenen dat de kokkelvisserij tot een verhoging van de voedselstress heeft geleid, maar dat de daling van het aantal scholeksters van 64.000 tot ongeveer 40.000 niet primair daardoor is veroorzaakt. De draagkracht van de Oosterschelde is aanzienlijk verder afgenomen dan alleen met het draagkrachteffect van de kokkelvisserij. Andere oorzaken zijn de verplaatsing van de mosselen naar het sublitoraal (ongeveer 9.600 scholeksters minder) en de achteruitgang van het kokkelbestand in de Oosterschelde na de gedeeltelijke afsluiting (ongeveer 8.700 minder.)

Afkalving van de platen leidt tot een verminderde foerageertijd voor de scholeksters. In de onderzoeksperiode heeft dit niet geleid tot een verhoging van de foerageer stress voor de Scholeksters van enige betekenis. Wanneer echter gerekend wordt met de voor 2010 voorspelde droogvalduren wordt een afname van de draagkracht voor Scholeksters voorspeld ter grootte van 9.400 vogels. Een vermindering dus ten opzicht van het huidige niveau van nog eens 20%. Indien daarnaast ook het kokkelbestand nog verder terug loopt dan kan het aantal scholeksters in de Oosterschelde onder de 30.000 komen.

Een voorbehoud

In dit rapport worden de scholeksters beschouwd in samenhang met kokkels, nonnetjes en mosselen in termen van hectaren, kilogrammen, vleesgewichten en droogvalduur. Het gaat daarbij om de voedselreservering, over de hoeveelheid voedsel die er aan het begin van de winter moet liggen voor een gezonde scholekster populatie. Dat leidt echter niet automatisch tot het behoud van andere natuurwaarden zoals de overige wadvogelsoorten, de bodemfauna zelf, oude mosselbanken als habitat, etc. Voedselreservering is dus niet de enige voorwaarde voor natuurbehoud, wel een noodzakelijke voorwaarde.

11 Veranderende draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels

Rapport D2-2/D2-3

Status: definitief rapport, november 2003

Auteurs: Geurts van Kessel, Kater, Prins

11.1 Integratie

In de voorgaande hoofdstukken¹ zijn processen en ontwikkelingen besproken die van invloed zijn op de draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels. In dit integratiedeel worden de dwarsverbanden tussen de verschillende onderdelen aangegeven en wordt teruggekoppeld naar de onderzoeksvragen. Met de opgedane kennis zal het verloop van het kokkelbestand en de scholekster aantallen per deelgebied van de Oosterschelde voor de periode 1990–2002 toegelicht worden. Vervolgens wordt de verwachting voor de komende tijd per deelgebied gegeven.

De centrale vraag waar, in dit rapport antwoord op gegeven moet worden is: ‘Wat zijn de belangrijkste ontwikkelingen die van invloed zijn op de draagkracht ontwikkeling van de Oosterschelde voor kokkels?’ (Onderzoeksplan EVA II, Ens et al., 2000). In Hoofdstukken 2 t/m 7¹ zijn deze ontwikkelingen behandeld, de belangrijkste conclusies uit de verschillende hoofdstukken staan hieronder per onderzoeksvraag gegroepeerd.

1. Wat is het effect van veranderingen in geomorfologie en hydrodynamiek door de Deltawerken op de ontwikkeling van het kokkelbestand in de Oosterschelde?

Door de aanleg van de Deltawerken zijn er veranderingen opgetreden in de abiotische omgeving van de Oosterschelde. Met behulp van het kokkelhabitatmodel is als korte termijn effect van de aanleg van de Deltawerken een verschuiving van het meest geschikte kokkelhabitat van de Noordtak en de Kom naar het Middengebied van de Oosterschelde gesimuleerd. Deze verschuiving is bij de uitkomsten van het habitatmodel ingegeven door lagere stroomsnelheden en een verandering van de getijslag in de nieuwe situatie. Als lange termijn effect van de aanleg van de Deltawerken zal het verdwijnen van sediment van de platen en slikken in de Oosterschelde de belangrijkste bepalende factor voor de draagkracht van het systeem voor kokkels zijn. Door dit erosieproces verlagen de platen en slikken waardoor de droogvalduur van het intergetijdengebied afneemt. De afname van droogvalduur voltrekt zich (veel) sneller dan de afname van het totale areaal intergetijdengebied, de afname is tot nu toe het sterkst in de Kom en het Middengebied. Op termijn zal dit proces tot gevolg hebben dat delen van platen en slikken veranderen in ondiepe sublitorale delen tot er uiteindelijk geen getijdengebied meer overblijft. Deze verkorting van de droogvalduur heeft volgens het habitatmodel een negatieve invloed op de geschiktheid van gebieden als kokkelhabitat omdat er een gelijkvormiger intergetijdengebied ontstaat waar het verschil tussen geschikte en minder geschikte gebieden steeds kleiner wordt en de geschiktheid als geheel langzaam afneemt. Uit de vier habitatkaarten die voor de situaties in 1985, 1994, 2001 en 2010 gemaakt zijn is het gemiddelde totale kokkelbestand geschat. Hoewel deze schattingen als indicatief beschouwd dienen te worden (er is geëxtrapoléerd met een model dat niet gevalideerd kon worden) moet rekening gehouden worden met een (gemiddelde) bestandsafname tussen 1985 en 1994 van ongeveer 14%. Tussen 1994 en 2001 is dit ongeveer 6% en tussen 2001 en 2010 wordt een verdere bestandsafname van zo'n 14% voorspeld. Tussen 1983 en 2010 zal het gemiddelde totale kokkelbestand naar verwachting met meer dan 30% zijn afgenomen ten gevolge van de autonome ontwikkeling van de Oosterschelde. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat er in het habitatmodel geen rekening wordt gehouden met mogelijke aanpassingen van de kokkelpopulatie aan de nieuwe omstandigheden.

- Het korte termijn effect van de aanleg van de Oosterscheldewerken lijkt een relatieve verschuiving van het voor kokkels geschikte habitat uit de Noordtak en de Kom naar het Midden te zijn geweest. Sturende factoren hiervoor waren de abrupt afgenomen stroomsnelheden en de verkleinde getijslag.

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

- Het lange termijn effect van de aanleg van de Oosterscheldewerken lijkt het verdwijnen van het onderscheid tussen geschikte en minder geschikte kokkelgebieden en afname van de totale habitatgeschiktheid voor kokkels te zijn. Dit proces wordt gestuurd door het gelijkvormiger worden van het intergetijdengebied qua droogvalduur ten gevolge van erosie van hoger gelegen delen.
- Uit de (ongevalideerde) kokkelhabitatkaarten kan afgeleid worden dat de draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels door de veranderende abiotiek tussen 1983 en 2010 met ongeveer 30% zal afnemen, dat is per jaar gemiddeld zo'n 1 à 2% (indicatief!).

2. Wat is het effect van de gereduceerde zoetwatertoevoer naar de Oosterschelde op de primaire productie van het fytoplankton?

Tevens is bij voltooiing van de Deltawerken de toevoer van rivierwater naar de Oosterschelde sterk verminderd, voornamelijk door aanleg van de Philipsdam. Aanvankelijk werd gedacht dat er hierdoor mogelijk nutriëntenlimitatie van het fytoplankton op zou kunnen treden, wat tot een lagere primaire productie zou kunnen leiden met een afnemende groeisnelheid van de kokkels tot gevolg. Van nutriëntenlimitatie blijkt niet of nauwelijks sprake te zijn. Echter, de primaire productie in de Oosterschelde blijkt wel achteruit te zijn gegaan. Deze afname is significant voor de Kom en het Middengebied. Op dit moment wordt er vanuit gegaan dat deze verminderde primaire productie samenhangt met het teruglopende doorzicht in de Oosterschelde. De halvering van het doorzicht in 10 jaar tijd wordt mogelijk veroorzaakt door een toename van de in het water opgeloste stoffen zoals humuszuren die door hogere neerslaghoeveelheden gedurende de jaren '90 van het land afspoelden. Hoewel een oorzakelijk verband nog niet aangetoond is, leveren oude veenlagen die binnen de Oosterschelde door de erosie van slikken bloot komen te liggen waarschijnlijk ook een aandeel. Wat de verhouding in het aandeel van beide bronnen in de mogelijke toelevering van humuszuren is, is onbekend.

- De afgenomen zoetwatertoevoer door aanleg van de Deltawerken heeft geen of nauwelijks effect gehad op de primaire productie door het fytoplankton. De primaire productie neemt echter wel af als gevolg van verminderd doorzicht, wat waarschijnlijk samenhangt met een toename van humuszuren door verhoogde neerslaghoeveelheden of door het vrijkomen van veenbanken als gevolg van het erosieproces in de Oosterschelde.

3. In hoeverre concurreert de Japanse oester met kokkels om ruimte en voedsel?

Na zijn introductie in 1964 heeft de Japanse oester zich gestaag uitgebreid in de Oosterschelde. In de droogvallende delen was in 1980 15 hectare bedekt met Japanse oesters, in 1990 ongeveer 210 hectare, en in 2002 minstens 640 hectare. De bestandsomvang van het sublitorale oesterbestand is minder goed gedocumenteerd, maar uit sonarbeelden van de Oosterschelde valt af te leiden dat in 2002 ongeveer 700 hectare van de sublitorale delen van de Oosterschelde bedekt was met Japanse oesters. Er zijn twee datasets gebruikt (AquaSense en Stichting Anemoon) om het verloop van de opkomst van de Japanse oester in het sublitoraal van de Oosterschelde te beschrijven, waarbij de explosieve toename in de periode 1989 t/m 1994 als sterkste overeenkomst naar voren komt. In totaal is er dus ongeveer 15 km² bedekt met Japanse oesters! Het totale oesterbestand in 2002 wordt geschat op een biomassa van 200 miljoen kg versgewicht (inclusief schelp) of 3 miljoen kg asvrijdrooggewicht. Ter vergelijking: gedurende de jaren 90 was er gemiddeld een versgewicht (inclusief schelp) aan kokkels van 26 miljoen kg, of 1 miljoen kg asvrijdrooggewicht in de Oosterschelde aanwezig. Japanse oesters hebben zich vooral gevestigd in gebieden die volgens het habitatmodel suboptimaal waren voor kokkels, namelijk relatief laag in de getijdzone, bij een korte droogvalduur. Toch is enige concurrentie om ruimte met kokkels aannemelijk, omdat er ook kokkels op minder geschikt gebied voorkomen en de omgeving door het erosieproces ten gunste van de oesters en ten nadele van de kokkels verandert.

Er is een verschuiving in de groottesamenstelling van het fytoplankton geconstateerd, waarbij relatief steeds minder grote en meer kleine fytoplanktonsoorten worden aangetroffen. Er bevindt zich een duidelijk omslagpunt in deze verschuiving rond 1995 en het verschil is het grootst in de Noordtak en in de Kom, waar de uitwisseling met het kustwater gering is en de filtratie door het oesterbestand groot. Doordat de opkomst van de Japanse oester gevolgd wordt door de verschuiving in groottesamenstelling van het fytoplankton lijkt er op de schaal

van de gehele Oosterschelde een verband te bestaan tussen deze twee ontwikkelingen. Er zijn echter verschillende mogelijke routes waarmee deze beïnvloeding plaats kan vinden. Naast concurrentie om ruimte beïnvloedt de Japanse oester dus waarschijnlijk ook de voedselsamenstelling en -hoeveelheid voor kokkels. Hoewel vastgesteld is dat de voedselsamenstelling van invloed is op kokkelgroei, blijkt dit sterk afhankelijk te zijn van de jaarklasse (grootte) van de kokkels, waardoor een eenduidig beeld nog ontbreekt. Verder prederen Japanse oesters mogelijk ook op kokkellarven, de kans hierop is het grootst in het Komgebied gezien de lange verblijftijd en het geringe watervolume.

- **Ruimtecompetitie:** de Japanse oester neemt het meest toe op minder geschikt kokkelhabitat, laag in het intergetijdengebied. Enige mate van ruimtecompetitie met kokkels is hierdoor waarschijnlijk, maar concurrentie om de beste plekken voor kokkels (hoger in het intergetijdengebied) vindt nauwelijks plaats. Door erosie van hoger gelegen delen verandert de omgeving echter ten gunste van de Japanse oesters en ten nadele van de kokkels. Hierdoor wordt verwacht dat ruimtecompetitie een steeds belangrijker rol zal gaan spelen.
- **Voedselcompetitie:** Op de schaal van de Oosterschelde lijkt er een verband te bestaan tussen de opkomst van de Japanse oester en verandering van de fytoplankton soortsamenstelling, waarmee de Japanse oester de voedselsamenstelling voor filtreerders lijkt te beïnvloeden. Ook in kwantitatieve zin is de Japanse oester een nieuwe voedselconcurrent. Er zijn aanwijzingen dat er in de Noordtak al langere tijd sprake is van een voedselgelimiteerde situatie en dat de voedselsituatie in de Kom zich gedurende de jaren '90 negatief ontwikkeld heeft. Er kan echter alleen met experimenten aangetoond worden of de toegenomen voedselconcurrentie ook daadwerkelijk nadelige effecten voor kokkels heeft.
- **Predatie van kokkellarven:** de mate waarin predatie van kokkellarven in de Oosterschelde door oesters plaatsvindt is onbekend. De kans op larvenpredatie is het grootst in de Kom gezien het grote aantal oesters, het beperkte watervolume en de lange verblijftijd van het water.

4. Wat is de invloed van mechanische kokkelvisserij op de ruimtelijke verdeling van kokkelbiomassa's in de Oosterschelde?

Kokkelvisserij vindt al sinds de jaren '70 plaats in de Oosterschelde en richt zich met name op de hoger gelegen delen van platen en slikken met een lange droogvalduur (tussen de 40 en 60% van de tijd), aangezien dit de plaatsen zijn waar zich ook het optimale kokkelhabitat bevindt. Nadat het geschikte kokkelhabitat in de Noordtak en de Kom door aanleg van de Oosterscheldewerken naar het Midden- en Mondingsgebied verschoof, zijn de minder geschikte kokkelgebieden gesloten en de meest geschikte gebieden vrijwel altijd open gebleven voor de kokkelvisserij.

Door de bevissing begin jaren '90 zijn de hoge kokkelbiomassa's op de hoger gelegen plaatdelen in de Oosterschelde verlaagd. Hierdoor werden in de jaren na de bevissing de hoogste kokkelbiomassa's met name aangetroffen op de minder beviste, lagere delen van platen en slikken. Doordat scholeksters voor hun voedselvoorziening in belangrijke mate afhankelijk zijn van de kokkels die langere tijd per getij droogvallen, is er in de Oosterschelde in jaren met voedselschaarste de kans op een vrij directe concurrentie tussen scholeksters en vissers om de kokkels die 30 tot 60% van de tijd droogvallen groot. Hier worden normaal gesproken de hoogste kokkelbiomassa's gevonden. De mate waarin er competitie heeft plaatsgevonden wordt beschreven in het rapport 'Draagkracht van de Oosterschelde voor scholeksters' (Rappoldt et al., 2003). De mate waarin het gecombineerde effect van de bevissing in 1994, 1995 en 1996 en de strenge winters 1995/1996 en 1996/1997 een verklaring vormt voor de daling van de scholekster aantallen in Monding, Midden en Kom wordt eveneens in dit rapport besproken. Figuur 8.1¹ laat het verloop van het kokkelbestand en de scholekster aantallen per deelgebied zien. In de Noordtak zijn gedurende de jaren '90 in verhouding tot de aanwezige kokkels veel scholeksters waargenomen. Voor verdere informatie over relatie tussen visserij-inspanning en scholekster-stress wordt eveneens verwezen naar de rapportage 'Draagkracht van de Oosterschelde voor scholeksters' (Rappoldt et al., 2003). Omdat in de jaren 1997 t/m 2000 de kokkelbestanden door een tweetal strenge winters en bevissing zeer laag waren, mocht in verband met de voedselreservering niet op kokkels gevist worden. Na deze sluiting voor de visserij is de totale kokkelbiomassa voor de

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

gehele Oosterschelde ongeveer weer bijna op het niveau van begin jaren '90 teruggekomen. In gebieden met het beste kokkelhabitat en de kleinste oppervlakte bedekt met Japanse oesters is de toename van kokkelbiomassa het sterkst (Mondingsgebied). Op de Roggenplaat is de visserij-intensiteit de meest (significant) verklarende factor voor de biomassaverandering per m² van jaar tot jaar. De verdeling van de hoogste kokkelbiomassa's over het intergetijdengebied van de Oosterschelde is in 2001 weer vergelijkbaar met de situatie in 1985, het totale bestand is echter wel lager.

- Kokkelvisserij richt zich in de Oosterschelde met name op de delen van het intergetijdengebied met een droogvalduur tussen de 30 en 60% van de tijd; de hoger gelegen delen van platen en slikken. De mate waarin vissers en scholeksters in dit deel van het intergetijdengebied concurreren om dezelfde kokkels is beschreven in 'Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde' (Rappoldt et al., 2003).
- Mechanische kokkelvisserij blijkt een grote invloed uit te kunnen oefenen op de ruimtelijke verdeling van de hoogste kokkelbiomassa's in de Oosterschelde in één of enkele jaren.
- De (mechanische) kokkelvisserij kan lokaal een negatieve invloed hebben op het kokkelbestand, maar de bestandsontwikkeling wordt ook door andere factoren bepaald (bijvoorbeeld strenge winters, goede broedval).
- Of mechanische kokkelvisserij een versterkend effect heeft op de erosie van platen en slikken in de Oosterschelde en daarmee op de draagkrachtontwikkeling voor kokkels, kan niet uit de in dit rapport gepresenteerde gegevens worden afgeleid. Hiervoor wordt verwezen naar het rapport 'Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee', (Zwarts et al., 2003).

5. Wat zijn de verwachtingen ten aanzien van de ontwikkeling van de draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels in de komende jaren?

Gezamenlijk bepalen de voorgenoemde ontwikkelingen in belangrijke mate de huidige en toekomstige draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels. Naar verwachting bevindt deze zich op een lager niveau dan voorheen. De twee benaderingen die in dit rapport¹ zijn gevolgd hebben de belangrijkste ontwikkelingen die van invloed zijn op de ontwikkeling van het kokkelbestand beter inzichtelijk gemaakt. Ten eerste het meenemen van de hoogtezonering waarin processen zich afspelen, en ten tweede het beschouwen van het systeem in vier afzonderlijke deelgebieden naast de Oosterschelde als geheel.

Hoogtezonering

In de Oosterschelde worden kokkels overwegend in het intergetijdengebied gevonden. Tot nu toe heeft de Japanse oester zich overwegend uitgebreid op het door het model aangewezen suboptimale kokkelgebied, het laaggelegen intergetijdengebied, waardoor de kans op concurrentie om ruimte op deze delen groeit. Tegelijkertijd verdwijnt er volgens het habitatmodel geschikt kokkelhabitat in de Oosterschelde door erosie van hooggelegen delen van het intergetijdengebied. Deze erosie komt voort uit een doorwerkingseffect van de aanleg van de Oosterscheldewerken. Als de kokkels zich niet aanpassen kan een gevolg van beide ontwikkelingen zijn dat concurrentie tussen vissers en vogels om de aanwezige kokkels op de steeds dunner wordende strook intergetijdengebied toeneemt. Figuur 8.2¹ geeft schematisch een weergave van de situatie.

Deelgebiedsbenadering

Naast de zonering in de hoogte heeft het aanhouden van vier deelgebieden (Monding, Midden, Noordtak en Kom) in de onderliggende studies het mogelijk gemaakt om per deelgebied een uitspraak te kunnen doen over de richting waarin de afzonderlijke processen en de draagkracht voor kokkels als geheel zich ontwikkeld heeft. Verwacht wordt dat de Roggenplaat, de Vondelingsplaat en de Slikken van de Dortsman in de komende jaren het langst hun draagkracht voor kokkels zullen behouden. De vooruitzichten voor het Mondingsgebied zijn het beste. Het Middengebied is onderhevig aan vele ontwikkelingen die gelijktijdig hun effect uitoefenen op de kokkelpopulatie waardoor nu nog zeer goede kokkelplekken te vinden zijn in dit deelgebied, maar de verwachting is dat ook hier de situatie op langere termijn zal verslechteren.

¹ Van de oorspronkelijke publicatie

De Noordtak heeft binnen de Oosterschelde momenteel de laagste draagkracht voor kokkels, hierin heeft nauwelijks verandering plaatsgevonden gedurende de jaren '90. In de Kom is de geschiktheid voor kokkels gedurende de jaren '90 wel sterk achteruit gegaan, dit proces zal zich naar verwachting voortzetten. Figuur 8.3¹ geeft de richting van de belangrijkste ontwikkelingen in de verschillende deelgebieden van de Oosterschelde weer. De voedselsituatie in de meest landinwaarts gelegen deelgebieden ontwikkelt zich ongunstig voor de aanwezige schelpdieren omdat de primaire productie afneemt. Tevens lijkt de toegenomen graasdruk van de exotische Japanse oesters een bijkomende factor te zijn waarmee de fytoplankton soortensamenstelling samen lijkt te hangen. De Japanse oester lijkt geprofiteerd te hebben van de nieuw ontstane situatie in de Oosterschelde waarbij langere verblijftijden in met name het Komgebied (snellere opwarming van het water) de broedval van oesters mogelijk gestimuleerd hebben. Bovendien is het areaal gebied dat geschikt is voor oesters toegenomen door erosie van hoger gelegen delen en een toename van het areaal gebied met een lage droogvalduur. De verwachting is dat de ecologische grenzen van het systeem door deze samenloop van omstandigheden sneller bereikt zal worden dan oorspronkelijk verwacht was. Een les die getrokken kan worden uit de ongecontroleerde situatie ten aanzien van de Japanse oester is het betrachten van uiterste voorzichtigheid bij de import van gebiedsvreemd materiaal in de Oosterschelde.

Monding

Verwacht wordt dat de Roggenplaat in het Mondingsgebied van de Oosterschelde op relatief lange termijn zijn waarde voor kokkels zal behouden door een combinatie van het tot nu toe geschiktste kokkelhabitat, de gunstige voedselsituatie en de beperkte aanwezigheid van Japanse oesters in het litoraal. De kokkels in het Mondingsgebied hebben het hoogste individuele kokkelgewicht van de Oosterschelde.

Kom

In de Kom zijn in 2000 in vergelijking met 1990 veel minder kokkels aanwezig en het schelpdierbestand bestaat hier in de huidige situatie vrijwel geheel uit litorale en sublitorale oesters. In de Kom is filtratietijd tussen 1990 en 2000 met de helft verkort en is de grootste toename van Japanse oesters in de hele Oosterschelde geconstateerd. De filtratietijd begint in de buurt te komen van de turn-over tijd van het fytoplankton in dit deelgebied. Aangezien dit het ondiepste deelgebied is (gemiddeld 4 m) en de verversingsduur beperkt is, zou verwacht kunnen worden dat dit het tweede deelgebied zal zijn waar, in potentie voedsellimitatie kan op treden. Tot nu toe is echter nog geen significante verandering van de individuele kokkelgewichten in de Kom geconstateerd. Een mogelijke hypothese is dat dit samenhangt met de beschikbaarheid van een aanvullende voedselbron in dit ondiepe deelgebied in de vorm van ongewerveld microfytobenthos. Ook is de kans op predatie van kokkellarven in dit deelgebied het grootst. Vraag hierbij blijft echter in hoeverre oesters selectief kokkellarven kunnen affiltreren, als kokkellarven gegeten worden, waarom dan ook niet de eigen oesterlarven? Als de ontwikkelingen in de Kom zich doorzetten is de verwachting dat het Komgebied geheel veroestert en er slechts een zeer beperkte hoeveelheid kokkels aanwezig zal blijven.

Noordtak

Er zijn aanwijzingen dat in de Noordtak al in 1990 een voedselgelimiteerde situatie voor de schelpdieren heerste. De totale schelpdierbiomassa in dit deelgebied is tussen 1990 en 2000 nauwelijks toegenomen. De individuele kokkelgewichten in dit deelgebied zijn de laagste in de Oosterschelde. De situatie in de Noordtak is gedurende de jaren '90 weinig veranderd. Mogelijk heeft e.e.a. te maken met de directe verandering in hydrodynamiek bij de aanleg van de Philipsdam waardoor de beschikbaarheid van het aanwezige voedsel voor de schelpdieren in dit deelgebied al direct na 1987 sterk is verminderd. In verhouding tot de aanwezige kokkels bevinden zich veel scholeksters in de Noordtak. Verwacht wordt dat de situatie in de Noordtak wellicht iets zal verslechteren door afname van het geschikte kokkelhabitat, maar in verhouding tot de veranderingen in de andere deelgebieden zal dit een beperkte afname zijn.

Midden

In het Middengebied is gedurende de jaren '90 een afname van de habitatgeschiktheid voor kokkels en een afname van de primaire productie te zien. Ook is het bedekte oppervlak met

Japane oesters fors toegenomen. Aangezien dit deelgebied een veel grotere inhoud en een kortere verversingsduur heeft dan de Kom en de Noordtak, speelt voedsellimitatie hier waarschijnlijk nog geen grote rol. Het Middengebied vormt samen met de Monding het beste kokkelgebied van de Oosterschelde. Als echter in toenemende mate export van voedsel naar de Noordtak en Kom plaatsvindt en de Japanse oester zich blijft uitbreiden in het litoraal en sublitoraal, is het mogelijk dat op termijn het Middengebied een ten opzichte van het Mondingsgebied minder gunstig gebied voor kokkels zal worden.

11.2 Conclusies

OOSTERSCHELDEWERKEN

- Het korte termijn effect van de aanleg van de Oosterscheldewerken lijkt een relatieve verschuiving van het voor kokkels geschikte habitat uit de Noordtak en de Kom naar het Midden te zijn geweest. Sturende factoren hiervoor waren de abrupt afgenomen stroomsnelheden en de verkleinde getijslag.
- Het lange termijn effect van de aanleg van de Oosterscheldewerken lijkt het verdwijnen van het onderscheid tussen geschikte en minder geschikte kokkelgebieden en afname van de totale habitatgeschiktheid voor kokkels te zijn. Dit proces wordt gestuurd door het gelijkvormiger worden van het intergetijdengebied qua droogvalduur ten gevolge van erosie van hoger gelegen delen.
- Uit de (ongevalideerde) kokkelhabitatkaarten kan afgeleid worden dat de draagkracht van de Oosterschelde voor kokkels door de veranderende abiotiek tussen 1983 en 2010 met ongeveer 30% zal afnemen, dat is per jaar gemiddeld zo'n 1 à 2% (indicatief!).
- De afgenomen zoetwatertoevoer door aanleg van de Deltawerken heeft geen of nauwelijks effect gehad op de primaire productie door het fytoplankton. De primaire productie neemt echter wel af als gevolg van verminderd doorzicht, wat waarschijnlijk samenhangt met een toename van humuszuren door verhoogde neerslaghoeveelheden of door het vrijkomen van veenbanken als gevolg van het erosieproces in de Oosterschelde.

JAPANSE OESTER

- Ruimtecompetitie: de Japanse oester neemt het meest toe op minder geschikt kokkelhabitat, laag in het intergetijdengebied. Enige mate van ruimtecompetitie met kokkels is hierdoor waarschijnlijk, maar concurrentie om de beste plekken voor kokkels (hoger in het intergetijdengebied) vindt nauwelijks plaats. Door erosie van hoger gelegen delen verandert de omgeving echter ten gunste van de Japanse oesters en ten nadele van de kokkels. Hierdoor wordt verwacht dat ruimtecompetitie een steeds belangrijker rol zal gaan spelen.
- Voedselcompetitie: Op de schaal van de Oosterschelde lijkt er een verband te bestaan tussen de opkomst van de Japanse oester en verandering van de fytoplankton soortsamenstelling, waarmee de Japanse oester de voedselsamenstelling voor filtreerders lijkt te beïnvloeden. Ook in kwantitatieve zin is de Japanse oester een nieuwe voedselconcurrent. Er zijn aanwijzingen dat er in de Noordtak al langere tijd sprake is van een voedselgelimiteerde situatie en dat de voedselsituatie in de Kom zich gedurende de jaren '90 negatief ontwikkeld heeft. Er kan echter alleen met experimenten aangetoond worden of de toegenomen voedselconcurrentie ook daadwerkelijk nadelige effecten voor kokkels heeft.
- Predatie van kokkellarven: de mate waarin predatie van kokkellarven in de Oosterschelde door oesters plaatsvindt is onbekend. De kans op larvenpredatie is het grootst in de Kom gezien het grote aantal oesters, het beperkte watervolume en de lange verblijftijd van het water.

MECHANISCHE KOKKELVISSERIJ

- Kokkelvisserij richt zich in de Oosterschelde met name op de delen van het intergetijdengebied met een droogvalduur tussen de 30 en 60% van de tijd; de hoger gelegen delen van platen en slikken. De mate waarin vissers en scholeksters in dit deel van het intergetijdengebied concurreren om dezelfde kokkels is beschreven in 'Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde' (Rappoldt et al., 2003).
- Mechanische kokkelvisserij blijkt een grote invloed uit te kunnen oefenen op de ruimtelijke verdeling van de hoogste kokkelbiomassa's in de Oosterschelde in één of enkele jaren.

- De (mechanische) kokkelvisserij kan lokaal een negatieve invloed hebben op het kokkelbestand, maar de bestandsontwikkeling wordt ook door andere factoren bepaald (bijvoorbeeld strenge winters, goede broedval).
- Of mechanische kokkelvisserij een versterkend effect heeft op de erosie van platen en slikken in de Oosterschelde en daarmee op de draagkracht ontwikkeling voor kokkels, kan niet uit de in dit rapport gepresenteerde gegevens worden afgeleid. Hiervoor wordt verwezen naar het rapport 'Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee', (Zwarts et al., 2003).

12 Heeft mechanische kokkelvisserij invloed op de ontwikkeling van zeegras in de Nederlandse Waddenzee?

Rapport E

Status: definitieve versie, 31 oktober 2003

Auteurs: Essink, De Vlas, Nijssen, Poot (RIKZ)

In dit rapport¹ wordt een antwoord gegeven op de vraag of kokkelvisserij in de jaren tussen 1998 en 2002 invloed heeft gehad op de ontwikkeling van zeegras in de Nederlandse Waddenzee. Hiertoe is gebruik gemaakt van de jaarlijkse gegevens die in het kader van het bestaande biologisch monitoringprogramma van Rijkswaterstaat (MWTL) zijn ingewonnen, en verder van extra karteringen en waarnemingen ten zuiden van de eilanden Ameland, Schiermonnikoog en Rottumeroog. De ontwikkeling van zeegras in alle gebieden waar zeegras werd aangetroffen is vergeleken met de aan- of afwezigheid van kokkelvisserij, zoals geregistreerd middels een aan boord van de vissersvaartuigen geïnstalleerde 'black box'.

Onder de waddeneilanden is **Klein zeegras** in 2000-2002 constant gebleven onder Terschelling (tussen Hoorn en Oosterend). Er zijn nieuwe vestigingen geweest in 2001 (onder Ameland) en in 2002 (onder Rottumeroog). Het Klein zeegras onder Ameland (twee pollen van enkele m²) heeft het niet langer dan één seizoen volgehouden. In 2002 was het weer verdwenen. Vlak bij één van de twee pollen is in 2001 wel gevist, maar de pol is door de kokkelvisserij tijdens het vissen op kokkels bewust ontzien.

Ten westen van Noordpolderzijk (in het gebied tussen het midden van de Linthorst Homanpolder en Noordpolderzijk) ontstond tussen 1996 en 1999 een flinke uitbreiding van Klein zeegras tot op circa 350 meter buiten de rijdsdammen van de kwelderwerken. In die periode werd in dit gebied niet op kokkels gevist. In de jaren 1999-2002 verdween het Klein zeegras hier weer, samenvallend met een steeds dichter bij de rijdsdammen plaatshebbende bevissing op kokkels waarbij werd gevist op plekken waar kort daarvoor nog Klein zeegras was aangetroffen. Elders langs de Groninger kust handhaafde het Klein zeegras zich goed. Ten oosten van Noordpolderzijk (gesloten voor de kokkelvisserij) was er zowel binnen (achter Uithuizen) als buiten de rijdsdammen (nabij de Eemshaven) in 2001 een uitbreiding van voorkomen van Klein zeegras, die zich in 2002 handhaafde.

Groot zeegras is onder Terschelling sterk achteruitgegaan, maar het heeft zich in 2000 nieuw ontwikkeld onder Schiermonnikoog (nabij de jachthaven) en onder Rottumerplaat, en bleef daar in 2001 en 2002 aanwezig. Bij Schiermonnikoog vond in 2001 kokkelvisserij plaats tot vlak bij de meest zuidelijke rand van het zeegrasgebied nabij de jachthaven. De daar aanwezige pol werd in 2002 niet meer aangetroffen, maar in dezelfde periode verdwenen ook enkele andere, verder weg gelegen pollen zonder dat daar sprake was van bevissing. Waarschijnlijk is dus ook de meest zuidelijke pol verdwenen door andere oorzaken dan kokkelvisserij.

Langs de noordkust van Groningen kwam Groot zeegras op het buiten de kwelderwerken gelegen wad slechts beperkt voor. In 2001 was er ten westen van Noordpolderzijk (opengesteld voor kokkelvisserij) slechts één kleine groeiplaats. Ten oosten van Noordpolderzijk (gesloten voor kokkelvisserij) ontwikkelde zich in 2001 in de nabijheid van de Eemshaven een significant voorkomen. In 2002 werden hier slechts losse plantenslierten aangetroffen, die mogelijk van elders waren aangespoeld. Deze spaarzame voorkomens bieden geen mogelijkheid een verband te leggen met aan- of afwezigheid van kokkelvisserij.

Voor wat betreft de mogelijkheid van hervestiging van zeegrassen in de Nederlandse Waddenzee wordt geconcludeerd dat op een aantal plaatsen zeegras nieuw tot ontwikkeling kan komen, mits voldoende tijd gegeven wordt en aan diverse voorwaarden is voldaan. De meeste van de nu waargenomen nieuwe vestigingen vonden plaats in gebieden of in de buurt van gebieden die volgens een habitatgeschiktheidskaart van het RIKZ als kansrijk worden aangeduid.

¹ Verwijst naar de oorspronkelijke publicatie

Daarnaast maken de waarnemingen ten westen van Noordpolderzijl en onder Terschelling nog eens duidelijk dat kokkelvisserij schadelijk is voor bestaande zeegrasvoorkomens. Een groeiplaats van Klein zeegras langs de Groningse kust was niet bij de kokkelvisserij bekend. Dit heeft er toe geleid dat in dit areaal is gevist. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit is verantwoordelijk voor een adequate bescherming van groeiplaatsen van zeegras in de Nederlandse Waddenzee.

Aanbevolen wordt daarom dat er een duidelijker communicatie over het voorkomen van (nieuwe) zeegrasbestanden plaats vindt. Enerzijds tussen het ministerie van LNV en het Rijksinstituut voor Kust en Zee als verantwoordelijke voor de jaarlijkse kartering van zeegrasbestanden in het kader van het MWTL-programma. Anderzijds tussen het ministerie van LNV in het kader van de jaarlijkse vergunningverlening ingevolge de Natuurbeschermingswet en de Producentenorganisatie Nederlandse Kokkelvisserij. Als basis hiervan kan een goed opgezet informatiesysteem dienen. Tevens wordt aanbevolen direct buiten de rijdsdamvakken tussen Noordpolderzijl en de dijk van het Lauwersmeer (Groningse kust) een strook ter breedte van 400 meter ook te sluiten voor mechanische kokkelvisserij vanwege de hoge potentie van dit gebied voor de ontwikkeling van Klein zeegras. Deze twee aanbevelingen zijn van belang om de specifieke bepalingen in de huidige aan de P.O. Kokkelvisserij verleende Nb-wet vergunning, bedoeld om bestaande en potentiële zeegrasvoorkomens te beschermen, effectief te maken.

13 Mosselbanken: Kenmerken, Oppervlaktebepaling en Beoordeling van Stabiliteit

Rapport F1

Status: april 2003, definitieve versie

Auteurs: Brinkman, Bult e.a.

In 2003 vindt de evaluatie plaats van het beleid voor de schelpdiervisserij in de Oosterschelde en Waddenzee (Min. LNV & Min. V&W, 1999). Dit beleid is in 1993 vastgelegd in de Structuurnota Zee en Kustvisserij (LNV, 1993) en bijgesteld in 1998 (Beleidsbesluit Schelpdiervisserij Kustwateren 1999-2003, LNV, 1999). De evaluatie vindt plaats op basis van een meerjarig onderzoeksprogramma naar de effecten van de schelpdiervisserij op onder meer het voedselaanbod voor vogels en de ontwikkeling van biotopen als mosselbanken en zeegrasvelden (EVA-II: Ens et al, 2000).

Onderdeel van dit programma is het operationaliseren van het begrip stabiele mosselbank waarbij alleen mosselbanken op droogvallende platen betrokken zijn.

Na een beschrijving van de levensloop en structuur van mosselbanken wordt een definitie gegeven die in het kader van het bovengenoemd onderzoeksprogramma bruikbaar wordt geacht. Er is afgezien van een definitie die speciaal van toepassing is op stabiele mosselbanken omdat er een graduele overgang bestaat tussen minder en meer stabiele banken. In plaats daarvan is een waarderingsstelsel gegeven voor beoordeling van de stabiliteit van mosselbanken.

De definitie voor een mosselbank luidt:

Een mosselbank is 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.

Deze definitie sluit aan bij de formulering die is voorgesteld in het kader van de bijeenkomsten over monitoring die voor het Trilaterale Waddenzee overleg plaatsvinden (TMAP, Trilateral Monitoring and Assessment Program).

Het protocol op basis waarvan een zo gedefinieerde mosselbank kan worden gekarteerd bevat drie basisregels:

1. Een mosselbank moet een herkenbare structuur hebben in de vorm van bulten dan wel patches met mosselen die zich tot bulten kunnen ontwikkelen.
2. Patches en/of bulten mogen niet verder dan 25 meter uit elkaar liggen. Dat wil zeggen dat de afstand tussen de bulten maximaal 3.5 x zo groot mag zijn als de diameter van de bulten.
3. Het gebied moet voor minimaal 5% bedekt zijn met bulten of patches mosselen.

De structuur van bulten en patches kan zeer divers zijn en laat zich daarom lastig in regels vatten. Hier speelt ervaring van veldonderzoekers dan ook een belangrijke rol. Karteringen door verschillende onderzoekers zijn onderling vergeleken. Dit is op kleine schaal in het veld uitgetest. Daarnaast zijn data die al bij RIVO en ALTERRA beschikbaar waren naast elkaar gezet. De kartering van banken met structuur door verschillende onderzoekers blijkt ondanks de rol die expert-judgements daarbij spelen in het algemeen goed overeen te komen.

Van gebieden zonder duidelijke structuren blijkt het daarentegen vaak lastig deze eenduidig in kaart te zetten. Behalve door het ontbreken van structuur vindt dit zijn oorzaak in het meestal ontbreken van duidelijk begrenzing met het omringende gebied. Het betreft vaak mosselen die tijdens stormen over droogvallende platen zijn verspreid of de restanten van oude aftakelende banken. Deze mosselvoorkomens worden aangeduid als strooimosselen. Zij worden tijdens surveys niet als mosselbanken benoemd.

Het protocol is ter beoordeling voorgelegd aan een aantal mensen uit de praktijk van het bestandsonderzoek anders dan de auteurs van dit rapport. Hun reacties zijn verwerkt en in dit rapport als bijlage opgenomen. Om de stabiliteit van individuele banken te kunnen taxeren is

een puntentabel gegeven. Op grond van leeftijd, stevigheid, bezetting en leeftijdsopbouw van de aanwezige mosselen en de plaats op het wad kunnen zaadbanken voor stabiliteit maximaal 4 punten krijgen, éénjarige banken 8 en oude banken 10.

Het protocol en puntensysteem zullen in de praktijk verder moeten worden getest, met name op plaatsen waar de grens tussen mosselbank en het omringende wad c.q. gebieden met strooimosselen moeilijk is te trekken. Verder zal moeten blijken in hoeverre inventarisaties volgens het protocol en puntensysteem in situaties met grote arealen mosselbanken binnen de daarvoor beschikbare tijd uitvoerbaar zijn, c.q. extra middelen vrij zullen moeten worden gemaakt.

Tenslotte is een poging gedaan om aan de hand van foto's uit 1999 vast te stellen of een kartering volgens de methode zoals die door Dijkema is uitgevoerd tot dezelfde resultaten leidt als bij het gebruik van het protocol. Dit lijkt het geval.

14 Samenvatting Geschiede eulitorale gebieden in de Nederlandse Waddenzee voor het voorkomen van meerjarige natuurlijke mosselbanken

Rapport F2

Status: publicatie januari 2002, definitieve versie

Auteurs: Brinkman, Bult

Algemeen

In 1998 zijn de beleidsmaatregelen, voortvloeiend uit de Structuurnota Zee- en Kustvisserij 1993, geëvalueerd. Een van de conclusies van deze evaluatie was dat het herstel van het areaal aan droogvallende mosselbanken in de Waddenzee was achtergebleven bij de verwachtingen.

In het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 1999 werden daarom extra maatregelen aangekondigd om dit doel alsnog te realiseren, waaronder beperkende maatregelen in de vorm van sluiting van delen van de Waddenzee voor schelpdiervisserij. In dat kader was door het Ministerie, met het Productschap Vis als medebelanghebbende, in het voorjaar van 1999 aan IBN, RIVO en RIKZ gevraagd in kaart brengen welke delen van de Waddenzee het meest geschikt zijn voor het voorkomen van mosselbanken, om zo een zo efficiënt mogelijk sluitingsbeleid te kunnen realiseren.

Om aan deze opdracht te voldoen, is door de genoemde instituten een habitatgeschiktheidsanalyse uitgevoerd, waarbij op basis van lokale fysische kenmerken (droogvaltijd, sedimentsamenstelling, stroomsnelheid en golfwerking) in een mosselhabitatkaart aangegeven werd welke delen van het wad het meest geschikt waren voor mosselbanken, en welke het minst.

Het aldus ontwikkelde habitatmodel, dat in februari 1999 werd opgeleverd, beschrijft de locale kansrijkheid voor het aantreffen van mosselbanken in de Waddenzee op basis van de genoemde abiotische informatie. Onder kansrijkheid wordt hierbij verstaan de kans dat een mosselbank wordt aangetroffen op een bepaalde locatie in de Waddenzee ten opzichte van alle andere locaties in de Waddenzee.

In het Beheersplan Schelpdiervisserij (1999-2003) is op basis van deze eerste versie van de mosselbankenhabitatkaart naast de reeds gesloten gebieden in de Waddenzee, een additionele sluiting van gebieden voor visserij ingesteld. Dit model was een eerste versie, en alleen gebaseerd op oude mosselbanken ontstaan als gevolg van de broedval van 1994. Het model was nauwelijks gevalideerd, en de golf- en stromingsgegevens betroffen slechts een NW-stormsituatie. Ook was kennis vanuit de visserijsector niet meegenomen.

In 2001 is het habitatmodel verder ontwikkeld. Dit is gebeurd volgens een zelfde methodiek als in 1999, met het verschil dat nu ook golfinformatie voor ook andere windrichtingen en waterstanden is ingepast, en alle beschikbare gegevens over het voorkomen van mosselbanken sinds 1968 zo volledig mogelijk gebruikt zijn. Kennis vanuit de mossel- en kokkelvisserijsector is daarbij gemobiliseerd middels twee workshops, interviews en gedocumenteerde kennis (zaaiboekjes, dagboekantekeningen, kaarten, etc.). Een uitgebreide versie van het rapport verschijnt onder dezelfde titel.

Het habitatmodel

De modelontwikkeling en -validatie was in handen van Alterra. Uit een veelheid van deelmodellen, en combinaties van deelmodellen is uiteindelijk het meest geschikte model gekozen.

Bij de model-ijking is gebruik gemaakt van gegevens over mosselbanken uit 1968, 1976 en 1978. Validatie heeft plaatsgevonden op basis van de meest recente gegevens over mosselbanken van het RIVO (periode 1994-2000), en van IBN/Alterra (periode 1994-1998) en met gegevens uit de jaren 1980-1990, verzameld door het toenmalige RIN. Het RIVO heeft zijn mosselbankgegevens voor de validatie opgewerkt en beschikbaar gemaakt. Al de gebruikte sets zijn beschreven in deze rapportage.

Ten behoeve van de habitatkaart is een indeling gemaakt naar trefkansen of kansrijkheid op mosselbanken (de uitleg voor kansrijkheid is hiervoor gegeven). Voor de habitatkaart zijn vervolgens die gebieden samen genomen die eerst samen de beste 1% van het gehele droogvallende wadengebied betreffen (het 0-1% gebied), de volgende categorie betreft de volgende 1% beste gebied (het 1-2% gebied), daarna de beste 3% (2-5%), enzovoort. De intervallen zijn groter genomen naarmate de trefkansen kleiner worden. Aldus zijn 12 intervallen (ofwel: kwaliteits- of geschiktheidsklassen) gekozen. Voor de overzichtelijkheid is

een aantal van deze gebieden samengevoegd is zodat voor de kaart 8 klassen resteren (0- 1%, 1-2%, 2-5%, 5-10%, 10-15%, 15-30%, 30-50%, 50-100%); deze kaarten zijn bij deze samenvatting gevoegd. In het hoofdrapport zijn de kaartversies 1 (de eerste versie waarop het Visbesluit 1999 mede gebaseerd is geweest) en 2 ook opgenomen. Op de kaart voor de eerste versie uit 1999 is geen onderscheid gemaakt tussen de minst geschikte klassen (30- 50% en 50-100%). Bij de twee latere versies is dat wél gebeurd.

Keuze van het model

Een groot aantal modellen is ontwikkeld en onderzocht. Uiteindelijk is een keuze gemaakt uit deze modellen op grond van een aantal criteria:

- a- Hoe goed beschrijft het model de trefkansen op een bank. De uitkomsten zijn vergeleken met de basisdata (de data uit 1968 en 1976 waar het model op gebaseerd is, danwel met de RIN- en RIVO- gegevens uit jaren '80 en '90). Alle modellen en deelmodellen die onderzocht zijn, zijn op deze manier getoetst. Die modellen die redelijk tot goed voldeden, zijn verder getest.
- b- Vervolgens is onderzocht in hoeverre die modellen ook andere datasets goed beschreven. De modellen die hieruit als goed naar voren gekomen zijn, zijn vervolgens weer getest op;
- c- Hoe goed een model onderscheid maakt (in berekende trefkans) tussen goede en slechte gebieden. Hoe groter dat onderscheid, des te beter. De trefkansverhouding tussen goede en slechte gebieden heet de discriminatie-index, ofwel DI. Hoe groter DI, hoe beter het gemaakte onderscheid. Dit wordt ook weergegeven door de fractie van de banken die volgens het model voorkomen in de beste (bijvoorbeeld) 50% van het wad; of omgekeerd: in welk deel van het droogvallende wad bevindt zich volgens het model 50% van alle mosselbanken (dit kental hebben we "N50- model" genoemd). Andere percentages kunnen uiteraard evengoed toegepast worden; we hebben dat niet in een kengetal gevat, maar die kunnen uit de resultaten, zoals die in de hoofdrapportage zijn weergegeven, gedestilleerd worden.
- d- Mate van werkelijke discriminatie. Nagegaan is welk deel van de waargenomen banken wérkelijk voorkomt in de -bijvoorbeeld- beste 50% het wad, en in welk deel van het wad 50% van alle banken werkelijk voorkomen (dit laatste kental hebben we "N50-data" genoemd). Deze score is niet alleen afhankelijk van het model, maar ook van de dataset. De banken in de jaren '70 (de Dijkema-dataset) hebben een veel breder verspreidingspatroon dan die uit de RIVO-dataset van eind jaren '90, wat uit de analyses overduidelijk blijkt. De dataset van Dijkema van 1976 (1) betreft veel meer banken dan de RIVO-dataset, en hij bestaat voor een groot deel, maar niet uitsluitend, uit meerjarige banken. De banken zijn ook in verschillende jaren ontstaan, en derhalve zijn verschillende processen structurerend geweest voor het uiteindelijke bestand.
- e- De volgorde van waargenomen trefkansen. Het kan zijn dat een model de *trefkansen* op een bank voor een bepaalde dataset niet goed beschrijft, maar dat de *rangorde* wel goed is: de waargenomen trefkans op een bank is in een bepaalde geschiktheidsklasse (bijvoorbeeld het 2-5% interval) altijd beter dan in het daarop volgende interval (de klasse 5-10%, in dit geval).

Wat zegt de habitatkaart

1. de kaart geeft aan welke gebieden, gemeten naar hun fysische kenmerken
 - maximale stroomsnelheid van het water bij extreme omstandigheden,
 - mate van expositie wat betreft golven, bij uiteenlopende windrichtingen (NO, NW, WE, ZW) en uiteenlopende waterstanden (+2 NAP - -1.5 NAP),
 - sedimentsamenstelling (mediane korrelgrootte)
 - afstand tot de geul (als grens is de gemiddelde laagwaterlijn genomen)
 - de droogvaltijd,het meest kansrijk zijn om een mosselbank aan te treffen dan wel geschikt zijn als habitat voor een mosselbank. Deze kansrijkheid beek afhankelijk van zowel de geschiktheid van gebieden voor zaadval als van de verdere overleving van dit zaad. M.a.w.:
2. de beste gebieden blijken tevens de gebieden waar de stabiliteit het grootst is: na een zaadval (nieuw ontstane banken) is de kans op uitgroei tot een meerjarige bank in de beste gebieden het grootst.

Wat zegt de habitatkaart *niet*

3. Het voorspellend vermogen van het model is uiteraard niet absoluut. Dit betekent dat het goed mogelijk is dat in slechte gebieden meerjarige banken kunnen voorkomen of zaad kan vallen.
4. de kaart geeft niet aan hoeveel hectares het mosselbankenareaal kan beslaan. Er zijn jaren met weinig of geen litorale mosselbanken, maar er zijn tevens jaren waarin arealen gemeld worden die uitstijgen boven de " 4.000 ha die de Dijkema-inventarisatie als resultaat had. Uit de kaart volgt dus *niet* hoeveel gebied er gesloten moet gaan worden om een bepaald areaal aan banken te krijgen.

Karakteristieken van het habitatmodel

Volgens het model ligt gemiddeld genomen 50% van de banken in de beste 20% van het wadengebied; en bijna 85% van alle banken bevindt zich in de beste 50% van het gebied. Wordt niet naar de modelverwachting, maar naar de waarnemingen gekeken, dan wordt dit beeld in de meeste gevallen bevestigd. De zaadval van 1994 en van 1996 liggen voor 50% binnen de beste 24 respectievelijk 27% van de droogvallende platen; na enkele jaren is deze grens verschoven naar 12% respectievelijk 23% van het wadengebied. De zaadval van 1999 voldeed hier niet aan; 50% van de zaadval viel in de 41% beste gebieden; voor dát jaar had het model nauwelijks een voorspellende waarde. Na enige tijd, wanneer banken verloren gaan, blijkt dat de banken in de beste gebieden relatief beter overleven dan in de slechtere. Dat beeld geldt voor alle datasets. Het meest extreme voorbeeld daarbij is de RIVO-dataset; de 4- jarige banken in die dataset zijn overblijfselen van de zaadval van 1994 alleen. 50% van die meerjarige banken bevindt zich in de beste 3.6% van het droogvallende wad. Dit getal is van betekenis, omdat op deze RIVO-gegevens de eerste habitatkaart geënt is. Het huidige habitatmodel is dus minder discriminerend, en het voorspelt een bredere verspreiding van mosselbanken. De fit met verschillende datasets is echter beduidend beter bij het huidige habitatmodel dan bij de eerste versie van 1999.

De analyses van de bestanden wijzen uit dat ook buiten de als meest kansrijk aangeduide gebieden zaadval mogelijk is. De overlevingskansen zijn evenwel het grootst in die gebieden die volgens de habitatkaart tot de betere behoren. Globaal gesproken lijkt 20-30% van het mosselzaad te vallen in de slechtste 50% van het wadengebied; bij de zaadval van 1999 betrof dit zelfs 40%. Na enige jaren bevonden zich nog enkele procenten (globaal gesproken 5-10%) van het totale bankareaal in dit "slechtste" gebied, hetgeen aangeeft dat mosselbanken ook binnen dit gebied nog enige overlevingskansen hebben. De exercities voeden tevens de idee dat een uitgebreid areaal bestaat uit banken gevormd na zaadval in verschillende jaren, waarbij van jaar tot jaar de overlevingskansen anders zullen zijn omdat de fysische omstandigheden (zoals stormrichting) steeds anders zullen zijn.

Verschillen met de eerste versie van de habitatkaart

De meest in het oog springende verschillen tussen de huidige versie en de eerste versie van de kaart uit 1999 zijn vooral te vinden bij het Balgzand, het wad tussen Ameland en de Friese kust, het wad onder Rottumeroog, en de Eems. De onvolkomenheden op het Balgzand, waar volgens de 1e kaartversie hooggelegen gebieden tegen de dijk hoog scoorden, zijn weggewerkt. De verschuiving op het wad onder Ameland, nabij de Friese kust, naar een minder hoge waardering komt overeen met de constatering dat weliswaar zaadval op die plekken plaats vindt, maar dat de stormgevoeligheid eveneens nogal groot is.

De reden van de verschillen tussen beide kaartversies zijn onder andere:

- de manier waarop droogvaltijden en afstanden tot de geul zijn verwerkt: in de huidige versie zijn deze factoren belangrijker geworden;
- het belang van de golfwerking; die is in de huidige versie van groter gewicht.

De eerste versie van het habitatmodel is gebaseerd op het voorkomen van meerjarige banken in 1998. Deze banken zijn alle ontstaan bij de zaadval van 1994, en hebben alle min of meer dezelfde structurerende processen doorstaan. Een belangrijke structurerende factor was de zware NW-storm van maart 1995, welke omstandigheid ook vrij precies weerspiegeld werd door de gebruikte dataset. Model en data toonden zeer waarschijnlijk ook daardoor een goede overeenkomst, en een grote mate van discriminatie. De huidige versie is gebaseerd op de dataset van Dijkema van 1976 (1). Deze dataset betreft veel meer banken dan de RIVO-dataset, en hij bestaat voor een groot deel, maar niet uitsluitend, uit meerjarige banken. De

banken zijn ook in verschillende jaren ontstaan, en derhalve zijn verschillende processen structurerend geweest voor het uiteindelijke bestand. De discriminatie is derhalve geringer, maar de overeenkomst tussen model en data is wel groot.

Inbreng van de visserijsector

Tijdens de twee workshops, die met mosselkwekers en kokkelvisserij gehouden zijn, is naar voren gekomen dat de activiteit ter reconstructie van oude mosselbanken, die parallel aan de ontwikkeling van de habitatkaart is ondernomen, geen resultaat opleverde dat bruikbaar kon zijn als extra kwantitatieve validatie voor de ontwikkelde habitatkaart. Wel is een kwalitatieve validatie mogelijk gebleken in die zin dat geconcludeerd is dat de uiteindelijk ontwikkelde kaart overeenkwam met de idee van praktijkmensen over waar de meest gunstige plekken voor mosselbanken gevonden kunnen worden.

Conclusie

De huidige versie van het habitatmodel is een duidelijke verbetering ten opzichte van de eerste versie uit 1999. Een aantal onvolkomenheden uit die eerste versie is weggewerkt, en de beschrijving van verschillende waarnemingen-sets voldoet aan de doelstellingen van dit project.

De overeenkomst tussen waarnemingen en kaart is dusdanig dat ze goed bruikbaar is voor de aanduiding van die gebieden in de Waddenzee boven de gemiddeld laagwaterlijn die het meest geschikt zijn voor het aantreffen van mosselbanken, en waar de kans op uitgroei van zaadbanken tot meerjarige banken het grootst is. Dit was tevens de teneur van de tweede bijeenkomst met kokkel- en mosselvisserij.

De discriminatie tussen goede en minder goede gebieden is bij deze nieuwe versie aanzienlijk kleiner dan bij de eerste versie, wat vooral gevolgen heeft voor het areaal waarbinnen 2.000 of 4.000 ha banken verwacht wordt. Er zijn uiteraard nog steeds verbeteringen mogelijk, met name wanneer er betere basisdata beschikbaar komen. De betekenis van de kaart zal met de tijd afnemen, omdat de Waddenzee in de loop van de tijd verandert.

Slotopmerking

Bij het huidige project is zo goed mogelijk gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens. Het is goed mogelijk dat in de toekomst door nieuwe berekeningen en inventarisaties de mogelijkheden vergroot worden. Het is, tot slot, daarbij van belang te beseffen dat de Waddenzee continu verandert, waardoor in de loop van de tijd de betrouwbaarheid van het model zal afnemen. Het modelinstrumentarium onderhoud zal blijven behoeven voor toekomstig gebruik.

De habitatkaart

Deze kaarten zijn in dit document niet toegevoegd.

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

Rapport F4A

Status: 13 november 2003, concept voor audit

Auteurs: Brinkman, Kater, Aarts, Baars

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.

De verandering in de bodem door kokkelvisserij zou ook een doorwerking kunnen hebben op de biomassaontwikkeling 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 Waddenzeelocaties 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 visserijintensiteit.

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 variatie 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 m² 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 in de overige litorale gebieden.
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.

16 Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee

Rapport F4b

Status: 10 december 2003, concept, nog niet alle commentaar van audit is verwerkt

Auteurs: Bult, Van Stralen, Brummelhuis, Baars

Algemeen

In deze studie is een reconstructie gemaakt van het mosselbestand zoals dat in het verleden in het sublitoraal van de Waddenzee op wilde banken en op kweekpercelen aanwezig is geweest. Tevens is onderzocht welke effecten mosselvisserij en -kweek hebben op de sublitorale mosselbestanden in de Waddenzee.

Deze studie dient als basis voor onder meer onderzoek naar het voedselaanbod voor eidereenden in de Waddenzee. In verband met dit laatste zijn de bestandsschattingen uitgerekend voor de peildatum 31 december, waarbij onderscheid is gemaakt tussen bestanden op percelen en in het wild. Hierbij is gebruik gemaakt van een veelheid aan gegevens, waarvan de jaarlijkse surveys door het RIVO, aanvoercijfers van consumptiemosselen in Yerseke en vangstgegevens van de mosselzaadvisserij de belangrijkste zijn.

Reconstruatiemodellen

De kweek van mosselen is een complex proces waarbij mosselen van verschillende leeftijden worden gebruikt als grondstof. Deze mosselen worden opgevoerd tijdens de mosselzaadvisserij. Ter aanvulling worden soms ook halfwasmosselelen geïmporteerd uit het buitenland. De opkweek van deze mosselen op percelen wordt door de kwekers vervolgens zodanig georganiseerd dat een zo hoog mogelijk rendement maar ook een door de jaren heen zo gelijkmatig mogelijke aanvoer wordt gehaald. Een zaadval van enige betekenis vindt gemiddeld om het jaar plaats in het sublitoraal van de Waddenzee. Dit betekent dat mosselen van een bepaalde jaarklas vaak over meerdere jaren als consumptiemosselen worden aangevoerd.

Bij reconstructies tot nu toe is uitgegaan van alleen aanvoercijfers van een tweejarige kweekcyclus, met als conversie factoren tussen de hoeveelheden zaad, halfwas en consumptiemosselen een verhouding van 1:1:1. Betwijfeld werd of een dergelijke aanname wel acceptabel is, zeker voor de huidige periode. Daarbij beschrijft dit model de ontwikkeling van dat deel van het mosselbestand zoals dat uiteindelijk op de mosselveiling in Yerseke is aangevoerd, maar laat niet zien hoe het bestand op percelen zich ontwikkelt en welk deel van de mosselen pas gaande de groei van de wilde banken naar de percelen zijn verplaatst. Bij pogingen om uit de vangsten tijdens de zaadvisserij en uit importen de aanvoer te voorspellen werd al snel duidelijk dat een vereenvoudiging van de kweekcyclus tot twee jaar niet werkbaar bleek. Jaren met nauwelijks zaadval leiden in dit model stevast tot jaren met nauwelijks aanvoer twee jaar daarna, hetgeen niet overeen komt met de praktijk.

In de praktijk bestaat de aanvoer uit twee en driejarige mosselen. Ook wordt vaak een klein deel van een bepaalde jaarklas al aangevoerd op 1-jarige leeftijd. Op basis hiervan is een nieuw model geconstrueerd dat uitgaande van de vangstgegevens tijdens de mosselzaadvisserij de aanvoer van consumptiemosselen wel bleek te kunnen voorspellen. Van een bepaalde jaarklas wordt daarbij 10% van de biomassa aangevoerd als jonge mosselen, van wat dan nog over is 50% als tweejarige mosselen en het resterende deel het derde jaar. Met dit model konden vervolgens ook de bestandsgroottes door de jaren heen op de percelen worden berekend.

Voldoende betrouwbare zaadvangstgegevens zijn echter pas vanaf 1992 beschikbaar. Dit betekent dat voor de periode vóór 1994 een dergelijke berekening niet kan worden gemaakt. Omdat in de aanvoer in enig jaar niet bekend is welk gedeelte bestaat uit 1, 2 en 3 jarige mosselen is een reconstructie volgens laatstgenoemde model, maar dan terugrekenend uit de aanvoer, niet mogelijk. Daarvoor is daarom weer terug gegrepen naar het oorspronkelijke model gebaseerd op een tweejarige cyclus, maar dan met de conversiefactoren zoals die volgen uit het ontwikkelde 3-jarige kweekmodel. Dit komt neer op een kweekrendement van 0.44:1.01:1.00 (zaad:halfwas:consumptie, netto hoeveelheden). Dit betekent dat uit 1 kg zaad in jaar i 2,2 kg consumptiemosselen worden gekweekt in jaar $i+2$.

De vergelijking van beide modellen laat zien dat beide door de jaren heen in termen van indices ongeveer hetzelfde patroon in de bestandsgroottes laten zien. Met laatstgenoemd model is het dus mogelijk trends in mosselbestanden over langere termijn te reconstrueren. Met dit model is het echter niet mogelijk vast te stellen welk gedeelte daarvan op enig

moment al daadwerkelijk op de percelen aanwezig is geweest en wat de precieze samenstelling van het bestand (zaad, 1- en 2-jarig halfwas) is geweest.

Bestand percelen Waddenzee

Uitgaande van de zaadvangsten en de opkweek daarvan volgens het driejarige model blijkt dat in de periode 1992-2002 jaarlijks gemiddeld 51 miljoen kg mosselen (netto versgewicht) op de percelen in de Waddenzee aanwezig is geweest, waarvan 12% zaad en 88% meerjarige mosselen (peildatum 31 december). Dit betreft 52% van het totale sublitorale mosselbestand in de Waddenzee. De perceelbestanden varieerden daarbij tussen 18 (1992) en 99 (1998) miljoen kg. Opgemerkt moet worden dat deze schattingen indicatief zijn, gegeven de sterke vereenvoudiging van het kweekproces zoals die ook in het driejarige model is doorgevoerd. Er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met verschillen in kweekomstandigheden in de opeenvolgende jaren. Deze vereenvoudigingen hebben vooral consequenties voor de absolute hoogte van perceelschattingen in afzonderlijke jaren maar niet voor trends in bestanden op percelen over langere perioden.

Visserij

De belangrijkste grondstof voor de mosselkweek is de mosselzaad van wilde banken. De mosselvisserij vindt vooral plaats in de Waddenzee, maar ook in de Oosterschelde wordt incidenteel op mosselzaad en halfwasmosselen gevestigd. Ander gebieden, zoals de Voordelta of de Westerschelde, zijn voor de mosselvisserij nauwelijks van belang omdat daar slechts incidenteel zaad valt en in geringe hoeveelheden. Daarnaast worden in jaren met schaarste soms halfwas mosselen geïmporteerd uit Duitsland om hier op percelen verder te worden opgekweekt.

In de Waddenzee is in de periode 1992-2002 in het voorjaar jaarlijks gemiddeld 20 miljoen kg mosselen (netto versgewicht) van wilde bestanden opgevestigd; 96% hiervan is direct verplaatst naar percelen in de Waddenzee, en 4% naar percelen in de Oosterschelde. In het najaar is dat gemiddeld 11 miljoen kg mosselen, waarvan 73% direct is verplaatst naar percelen in de Waddenzee en 27% naar percelen in de Oosterschelde. De hieraan gerelateerde visserijdruk (% van het wilde bestand dat is opgevestigd) is 67% in het voorjaar en 18% in het najaar. Hierbij moet worden opgemerkt dat in deze berekeningen niet is gecorrigeerd voor de groei van mosselen in de periode tussen de inventarisaties en de zaadvisserij. Met name in jaren met veel mosselzaad kan deze groei leiden tot een aanzienlijke bestandstoename. De hier genoemde percentages betreffen derhalve maximumschattingen.

In het voorjaar is gemiddeld 2.2 miljoen kg halfwas mosselen (netto versgewicht) geïmporteerd voor verdere opkweek op percelen in de Waddenzee (periode 1995-2002); In het najaar werd gemiddeld 0.6 miljoen kg mosselen geïmporteerd voor opgroei op percelen in de Waddenzee (periode 1995-2002).

Op percelen in de Oosterschelde wordt jaarlijks gemiddeld 30 miljoen kg mosselen uitgezaaid. Daarvan is gemiddeld 1.3 miljoen kg afkomstig van de zaadvisserij in de Oosterschelde zelf en bestaat 4 miljoen kg uit mosselen die tijdens de zaadvisserij in de Waddenzee direct naar de Oosterschelde worden gebracht. Het resterende deel (ruim 24.7 miljoen) is afkomstig van percelen in de Waddenzee en de import van halfwasmosselen.

Ontwikkelingen kweek en mosselbestand

Een relatief groot deel van de aanvoer komt de laatste jaren uit de Oosterschelde. Waarschijnlijk heeft dit enerzijds te maken met een toegenomen stabiliteit van – deels verplaatste - percelen in de Oosterschelde als gevolg van de Oosterschelde werken, en anderzijds met de achteruitgang van de kwaliteit van percelen in de Waddenzee. De voortgaande verzanding en de daaraan gekoppelde risico's op stormschade worden door zowel mosselkwekers als de visserijkundig ambtenaren als belangrijkste oorzaak genoemd van deze achteruitgang. Ook in de waardering van percelen in de Waddenzee in termen van TPW's (theoretische productiewaarde) komt dit tot uitdrukking. Daarentegen maakt de relatief goede groei in de Waddenzee het ook aantrekkelijk toch zo veel mogelijk mosselen in de Waddenzee te bewaren.

De huidige aanvoer van consumptiemosselen is lager dan in de 70-80-er jaren. Dit heeft waarschijnlijk te maken hebben met een lagere beschikbaarheid aan mosselzaad in de afgelopen jaren. Dit vindt deels zijn oorzaak in een slechte zaadval in het sublitoraal van de Waddenzee. Perioden met een achterblijvende zaadval zijn ook eerder opgetreden (bijv. in de vijftiger en begin 70-er jaren). Een verschil met vroeger is echter dat er bij schaarste

nauwelijks meer uitwijkmogelijkheden zijn naar andere visgebieden. Het beleid van de laatste jaren m.b.t. de visserij op droogvallende platen in de Waddenzee, waardoor visserij op droogvallende platen nauwelijks mogelijk is geweest in de 90-ér jaren, en het wegvallen van visgebieden voor de mosselzaadvisserij als gevolg van de Deltawerken zijn daarbij belangrijke oorzaken.

Mosselvisserij en zaadval

Uitgaande van de bestandsopnamen zoals die door het RIVO in het voor- en najaar worden uitgevoerd en gegevens over de visserij-inspanning (black-box) is onderzocht in hoeverre de zaadvisserij van invloed is op de broedval van mosselen in het sublitoraal van de Waddenzee. Op de korte termijn vertoont de zaadvisserij en de broedval een alternerend patroon. Of hier sprake is van een visserij effect dan wel van een van nature optredend patroon in de broedval is op basis van deze gegevens niet te onderscheiden. Effecten van zaadvisserij op de mosselbroedval op de lange termijn konden met de beschikbare gegevens niet worden aangetoond.

Relatie kweek en totaal-mosselbestand

De effecten van de mosselcultuur in de Waddenzee kunnen zowel positief als negatief zijn voor de omvang van het bestand. Daarover zijn geen empirische gegevens beschikbaar want er zijn geen (langjarige) gegevens over een situatie zonder kweek of gesloten gebieden. Wel is er veel bekend over de praktijk van kweken. Deze houdt in dat mosselzaad wordt verplaatst van locaties met goede broedval en minder goede groei, naar kweekpercelen in gebieden met nauwelijks broedval en goede groei. Dit leidt tot een verhoging van het bestand. De uitkomsten van habitatmodellering bevestigen dit beeld. Anderzijds vindt er oogst en verplaatsing van mosselen plaats naar de Oosterschelde plaats hetgeen leidt tot een verlaging van het bestand. Op de zaadwinlocaties treedt gemiddeld elke twee jaar nieuwe broedval op waardoor het bestand weer wordt aangevuld. Er zijn geen redelijke aanwijzingen dat de voortdurende bevissing van de mosselzaadgebieden effecten heeft op de nieuwe broedval. Aangezien groei en overleving hoger worden ingeschat op percelen dan op wilde banken, wordt verwacht dat kweekactiviteiten de productiviteit in de Nederlandse kustwateren als geheel bevorderen. Dit is onderbouwd met een tentatieve berekening waaruit blijkt dat in de Waddenzee met mosselkweek een iets hoger mosselbestand aanwezig zou zijn dan zonder kweek, ondanks de verplaatsing van mosselen naar percelen in de Oosterschelde en de veiling in Yerseke. Vanwege de onzekerheden in de gebruikte gegevens is deze berekening evenwel niet toereikend voor een kwantificering van de mate waarin mosselkweek leidt tot een vergroting van de mosselbiomassa in de winterperiode in de Waddenzee.

17 Gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaadbanken – een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw.

Rapport F5

Status: Eindconcept, 11 december 2003

Auteurs: A.C. Smaal, M.R. van Stralen, K. Kersting & N. Dankers

In het EVA II project is de vraag aan de orde wat de effecten zijn van visserij op mosselzaadbanken. Uit de literatuur blijkt dat mosselen de bodem kunnen stabiliseren, en dat visserij kan leiden tot het grotendeels verdwijnen van mosselbanken (collateral damage). Er wordt echter ook gesteld dat mosselzaadbanken een inherente instabiliteit kunnen vertonen ten gevolge van slibophoping. Bevissing zou dan de stabiliteit kunnen bevorderen. Deze constatering sluit aan bij ideeën uit de visserijsector, verwoord door mosselkweker J. Louwerse en bekend als de Janlouw hypothese. Deze hypothese stelt dat gedeeltelijke bevissing van mosselzaadbanken (uitdunnen) een positieve uitwerking heeft op de kansen dat zo'n jonge bank blijft voortbestaan. De gedachte is dat uitdunnen stabiliserend werkt doordat de ophoping van slib op een mosselzaadbank wordt tegengegaan, en slibophoping wordt als destabiliserende factor beschouwd. Dankzij de omvangrijke mosselzaadval op de platen in de Waddenzee in de zomer van 2001 was het mogelijk een experimenteel onderzoek te doen naar de effecten van visserij op de ontwikkeling van zaadbanken. Tevens is van de gelegenheid gebruik gemaakt om te onderzoeken in hoeverre de ontwikkeling van het areaal mosselbanken kan worden gestimuleerd door mosselen uit te zaaien op kansrijke locaties elders op de platen in de Waddenzee.

In opdracht van het Ministerie van LNV en met medefinanciering van de schelpdiersector is het onderzoek in najaar 2001 van start gegaan. Op basis van een inventarisatie in september is een tiental banken geselecteerd voor bevissing. De banken zijn geselecteerd op basis van ligging, omvang en de mate van bezetting van de bank met mosselzaad. De gekozen banken lagen in hoofdzaak op volgens de habitatkaart relatief instabiele locaties. Per bank is een tweetal aangrenzende vakken uitgezet van elk ca 10 ha. Eén vak diende als controle en het andere vak werd bevist. Welke van de twee vakken is bevist is daarbij willekeurig gekozen. Statistische toetsing heeft plaatsgevonden per bank door paarsgewijze vergelijking van de vakken. In de omgeving van de geselecteerde banken zijn in totaal ook 11 geheel onbeïnvloede "referentiebanken" onderzocht. De referentiebanken zijn om praktische redenen, net als de experimentele banken, niet random gekozen. Verder zijn 5 natuurbouwlocaties van elk 5 ha uitgekozen in gebieden die op basis van onder andere de habitatkaart kansrijk werden geacht voor de vorming van stabiele mosselbanken. Voorafgaande aan de bevissing zijn de vakken uitgebakend en is in oktober de beginsituatie (T0) gekwantificeerd, waarbij de grootte van de bank, de bedekking, de biomassa en de slibdikte zijn gemeten. De bedekking is bepaald door tijdens laagwater lopend over een aantal raaien om de 2 m te scoren of er geen, matig of veel mosselen lagen. Van deze raaien is ook de biomassa en het sediment bemonstert. Deze metingen zijn verder direct na bevissing in november/december (T1) en na de winter (T2, juni 2002) herhaald. De contouren van de banken zijn bepaald via inlopen met behulp van GPS, en het oppervlak is daaruit berekend. De contouren zijn ingemeten in oktober 2001 (T0) en in mei 2002 (T2), voor zowel de experimentele banken als voor de referentiebanken. Deze metingen vonden plaats in het kader van de jaarlijkse schelpdierinventarisatie en de daarbij behorende kartering van alle mosselbanken.

De bedekking van de banken is ook d.m.v. luchtfotografie onderzocht. De luchtfotosurveys van oktober (T0), december (T1), en juni 2002 (T2) zijn gebruikt voor ijking met de gronds-surveys. Luchtfotosurveys zijn verder uitgevoerd op een aantal tijdstippen gedurende winter en voorjaar, waarbij ook de referentiebanken in beeld zijn gebracht. Tevens zijn de aantallen meeuwen op de beviste en controle vakken van de luchtfoto's afgelezen. De visserij is door een twintigtal mosselkwekers uitgevoerd op een wijze en tot een einddichtheid die naar hun overtuiging een goede kans oplevert voor de mosselbank om de winter te overleven en zich verder te ontwikkelen. Dit betekent dat op banken met een hoge dichtheid langer is gevist dan op banken met een lagere begindichtheid. De bevissing varieerde over verschillende banken van 0.2 tot 2 uur vissen per hectare. Hoge zowel als lage inspanningen resulteerden in ongeveer dezelfde dichtheden na afloop van de visserij. In totaal is er 1.61 mln kg versgewicht (16.059 mosselton) mosselzaad opgevist. Een deel van het

mosselzaad, nl 0.5 mln kg is overgebracht naar de 5 locaties die geschikt leken voor natuurbouw. Op elke locatie van 5 ha is 0.1 mln kg mosselzaad uitgezaaid in een dichtheid van gemiddeld 2 kg/m².

Direct na de visserij (T1) resteerde er in de controlevakken 54 % en in de beviste vakken 30 % van de oorspronkelijke biomassa. Op grond van de overleving in de controle en de beviste vakken op T1 kan een natuurlijke sterfte worden vastgesteld van 46 % en een visserijsterfte van 44 %.

Zoals verwacht is de bedekking in de beviste vakken na de visserij lager dan in de controlevakken. In de winter neemt de bedekking van de controlevakken evenwel statistisch significant sterker af dan van de beviste vakken. Beide effecten compenseren elkaar, met als eindresultaat dat de bedekking in termen van de scores "1" (alleen hoge bedekking) na de winter niet meer aantoonbaar verschilt tussen de controle en de beviste vakken. Ook de biomassa en omvang van de banken (areaal) zijn op T2 statistisch niet te onderscheiden. Worden echter ook de gedeelten van de mosselbank met een wat lagere bezetting met mosselen in beschouwing genomen (scores + en 1), dan blijkt de bedekking op de beviste vakken (23% bedekt) in het voorjaar significant hoger dan op de vakken die niet zijn bevestigd (18% bedekt).

De luchtfoto's bevestigen deze waarnemingen, zij het dat de lage dichtheden mosselen op deze foto's niet zichtbaar waren. De slibdiktemetingen bleken niet goed interpreteerbaar doordat de ondergrond een juiste vaststelling van de referentielaag niet toeliet.

Van het areaal van de vis- en controlevakken resteert na de winter nog ca 35 % van het oorspronkelijke oppervlak. Er zijn grote verschillen in afname van het areaal tussen de banken. Dit geldt ook voor de referentiebanken, waarvan gemiddeld eveneens ca 35 % van het areaal resteert in mei 2002. Uit het verloop in areaalafname, en de waargenomen aantallen meeuwen op de beviste en controle vakken wordt afgeleid dat predatie de geconstateerde afname van het mosselbestand op de platen niet kan verklaren. Stormschade is meer waarschijnlijk, ook gezien de grote verschillen in overlevingskansen van de banken. Op de natuurbouwlocaties zijn de in november uitgezaaide mosselen op T1 aangetroffen op alle locaties maar in verschillende dichtheden. Op twee locaties was toen al het merendeel verdwenen. In het voorjaar (op T2) zijn mosselen aangetroffen op twee van de vijf locaties, met een bedekking van 10 - 20 %. Dit waren beide locaties waar in het verleden mosselbanken en percelen hebben gelegen. Op de overige locaties was alles verdwenen. Tot slot kan worden vastgesteld dat de resultaten van belang kunnen zijn voor de toekomstige inrichting van het schelpdiervisserijbeleid. Een positief effect van bevissing op de stabiliteit van droogvallende mosselzaadbanken kan uit dit experiment niet worden opgemaakt, maar wegvissen van instabiele zaadbanken en het ontzien van stabiele banken in lithograaf en sublitoraal zou kunnen bijdragen aan het realiseren van win, win situaties. Voorwaarde is dat bekend is welke zaadbanken instabiel zijn.

Uit de resultaten van het onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

1. Het experiment is naar behoren verlopen wat betreft de kwantificering van het effect van visserij op bedekking en areaal van de mosselzaadbanken. De luchtfotosurveys geven een bevestiging van de uitkomsten van de grondbemonsteringen. Echter, de biomassa bepaling moest tussentijds worden bijgesteld, en de slibmetingen zijn niet bruikbaar gebleken. De visserij is volgens de gemaakte afspraken verlopen, behalve op bank 12, die uit de analyse moest worden geschrapt.
2. Van de mosselzaadbanken is door natuurlijke factoren een groot deel verdwenen tussen oktober 2001 en mei 2002. Wegspoelen door storm is waarschijnlijk de belangrijkste factor geweest.
3. Vissen volgens de Jan Louw hypothese heeft geen aantoonbaar positief effect gehad op de ontwikkeling van de geselecteerde mosselzaadbanken in termen van areaal, biomassa en dichte bedekking. Indien de totale bedekking in de analyse betrokken wordt blijken in de beviste vakken aan het eind van het experiment meer met mosselen bedekte delen voor te komen. Dit is van beperkte betekenis in vergelijking met de grote natuurlijke afname in bedekking en biomassa in de loop van de winter, en de afname door visserij op de beviste vakken in het begin van de winter. Het netto resultaat hangt af van de bestemming van de weggeviste mosselen en hun betekenis in de voedselketen.
4. Uit het onderzoek kan niet worden afgeleid dat de stabiliteit van mosselzaadbanken wordt bevorderd als gevolg van slib en biomassa verwijdering door visserij. De resultaten geven daarmee geen uitsluitsel over het mechanisme van de Janlouw hypothese.

5. De hypothese die stelt dat visserij extra schade oplevert (collateral damage) wordt niet gesteund door de resultaten van dit onderzoek.
6. Uit het verzaaien van mosselen in het litoraal blijkt dat het mogelijk is in de Waddenzee litorale mosselbanken aan te leggen. Locaties waar, in het verleden mosselbanken aanwezig zijn geweest lijken relatief kansrijk ten opzichte van de andere locaties van dit onderzoek.

18 Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee

Rapport F6

Status: 26 november 2003, eindversie, commentaar audit is verwerkt

Auters: Dankers, Meijboom, Cremer, Dijkman, Hermes, te Marvelde

In het beleid voor de Waddenzee wordt gestreefd naar een meer natuurlijke verspreiding van droogvallende mosselbanken, en een toename van het oppervlak. Daarom is het belangrijk om inzicht te krijgen in de verspreiding en het oppervlak van mosselbanken in het verleden. Pas zeer recent (sinds 1995) worden door RIVO in samenwerking met LNV integrale inventarisaties uitgevoerd waarbij zowel locatie, areaal, populatiesamenstelling en biomassa van mosselbanken in kaart wordt gebracht.

In het verleden zijn nauwelijks integrale inventarisaties uitgevoerd. Op basis van luchtfoto's uit 1969 en 1976 die het grootste deel van Waddenzee bedekken is tweemaal een kaart uitgebracht waarop droogvallende mosselbanken zijn aangegeven. Omdat geen ground truth is gedaan in het jaar dat de foto's zijn gemaakt is er geen zekerheid over de leeftijdsopbouw van de in kaart gebrachte mosselbanken. Door visserijopzieners en onderzoekers zijn met enige regelmaat inventarisaties uitgevoerd vanaf 1968. Op grond van deze inventarisaties zijn de locaties van de banken bekend, en soms is er ook informatie over de populatie (zaad, halfwas of consumptiemaat). Uit vergelijking met luchtfoto's van relatief kleine delen van de Waddenzee blijkt dat bij het merendeel van de inventarisaties van de visserijopzieners slechts een klein deel (< 10%) van de aanwezige mosselbanken in kaart is gebracht. Omdat ook banken in kaart zijn gebracht die niet op de foto's herkend, werden moet geconcludeerd worden dat door de opzieners binnen hun zoekgebied wel gebiedsdekkend is gezocht. De niet voor visserij interessante banken zijn wellicht niet in kaart gebracht.

De belangrijkste vragen in deze rapportage waren gerelateerd aan omvang locatie en variatie in mosselbankareaal, en een vergelijking van methoden die gebruikt zijn voor deze schattingen. De volgende conclusies worden getrokken:

- Mosselbanken kwamen in het verleden, tot 1990, in alle inventarisaties in ruime mate voor. De banken kenmerken zich door een grote mate van plaatstrouw, waardoor duidelijke 'mosselgebieden' aan te wijzen zijn.
- De enige kwantitatieve vaststelling van het totaal areaal aan mosselbanken in het litoraal, in de jaren voor 1990, is uitgevoerd door Dijkema die uit in 1968 en 1976 gemaakte luchtfoto's, gevolgd door een ground truth in 1978, voor 1976 een minimale oppervlakte van 4.183 ha vaststelde.
- Omdat door visserij opzieners maar een klein deel van de aanwezige banken in kaart werd gebracht, en bovendien meestal alleen de locaties werden aangegeven, kan deze informatie niet gebruikt worden voor het kwantitatief vaststellen van arealen.
- Door mosselkwekers werd tussen 1957 en 1990 jaarlijks 5 tot 41 miljoen kg mosselen van wadplaten opgevisst. Daardoor is het onmogelijk vanuit data vast te stellen welk areaal van nature in de Waddenzee voor zou kunnen komen.
- De beschikbare inventarisaties op grond van luchtfoto's geven voor een Waddenzee met visserij-invloed een met mosselbanken bedekt oppervlak van droogvallende wadplaten van 0,8-4,7%, zijnde een oppervlak van circa 1000-5600 ha voor de periode tussen 1971 en 1982. Door het RIVO werden voor de periode tussen 1995 en 2002 oppervlakten van 200-2.600 hectare vastgesteld)
- Bij de door het RIVO vastgestelde oppervlakten in de periode 1995-2002 moet worden aangetekend dat daar waarschijnlijk nog sprake was van een effect van het vrijwel volledig verdwijnen van mosselbanken in 1990; deze oppervlakten kunnen daarom vermoedelijk niet als referentie voor een natuurlijke toestand worden gebruikt.
- Het huidige beleidsstreefbeeld van 2.000-4.000 ha ligt binnen in het verleden waargenomen grenzen.
- Van de voor 1990 geïnventariseerde mosselbanken is het niet mogelijk om met zekerheid te zeggen hoe oud bestanden op deze banken waren. Door verschillende personen wordt de beschikbare informatie niet eensluidend geïnterpreteerd.
- Zaadbanken die een eerste winter hebben overleefd vormen dikwijls mosselbanken met een relatief stabiel oppervlak, bedekkingspercentage en populatieopbouw. In de meeste jaren valt zaad binnen een bank, waardoor zo'n bank zich in stand kan houden.

- Gezien het grote verschil in gebruikte methoden waarbij de nadruk lag op biomassabepaling, bepaling van leeftijdsopbouw, waarde voor de visserij, locatie, oppervlakte of landschappelijke structuur zijn de uitkomsten van de in het verleden uitgevoerde inventarisaties nauwelijks vergelijkbaar.
- Aanbeveling: Om discussies over het aanwezige oppervlak van mosselbanken in de toekomst te vermijden verdient het aanbeveling om de inventarisatie in april, na de mogelijke winterstormen en ijsperiode, als uitgangspunt te gebruiken.

19 Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999

Rapport F7

Status: december 2003, definitief

Auteurs: Brinkman, Smaal

Het doel van dit onderdeel van EVAII is na te gaan in hoeverre de factoren die de draagkracht van het Waddenzee-ecosysteem voor schelpdieren bepalen onderhevig zijn aan lange-termijn veranderingen. Hierbij is draagkracht gedefinieerd als de maximale biomassa van schelpdieren die in de Waddenzee kan bestaan; het onderzoek heeft zich beperkt tot het westelijke deel van de Waddenzee. Het onderzoek vereist integratie van onderliggende studies en is van belang als kader voor de evaluatie van beleidsmaatregelen, zoals bedoeld in EVAII.

De hoofdvragen van dit rapport luiden derhalve:

1. Welke factoren zijn primair van belang voor de draagkracht voor schelpdieren in de Waddenzee?
2. Welke trendmatige veranderingen doen zich voor in deze primaire factoren?
3. Wat zijn hiervan de gevolgen voor de korte en middellange termijn?

De draagkracht van ecosystemen voor herbivoren is in principe bepaald door het voedselaanbod, en dit is in de Waddenzee in de eerste plaats afhankelijk van de primaire productie van het systeem en van toevoer van organisch materiaal uit omliggende gebieden. De primaire productie wordt bepaald door de beschikbaarheid van licht en anorganische nutriënten Si, P en N. Bekend is dat eutrofiëring in de jaren zeventig heeft geleid tot een grotere beschikbaarheid van anorganische nutriënten met als gevolg een hogere productiviteit van het systeem.

De relatie tussen nutriënten, licht en productiviteit van het systeem en de beschikbaarheid van voedsel voor schelpdieren is in dit rapport met behulp van een simulatiemodel geanalyseerd. Onderzocht is in hoeverre het terugdringen van de nutriënten toevoer naar het oppervlaktewater leidt tot een verlaging van het gehalte aan nutriënten in de Waddenzee, en of dit gevolgen heeft voor de primaire productie en voor de draagkracht voor schelpdieren. Minder nutriënten gaat niet altijd gepaard met een afname in de primaire productie omdat meerdere terugkoppelingen in het systeem een rol spelen, zoals regeneratie van nutriënten, aanpassing van de algensamenstelling aan de nieuwe licht- en nutriëntomstandigheden en de begrazingsintensiteit door de schelpdieren. Deze processen zijn in het gebruikte simulatiemodel verdisconteerd.

Tevens is met een regressieanalyse onderzocht in hoeverre er een verband te vinden was tussen de conditie van schelpdieren en de gehalten aan chlorofyl en zwevende stof in het oppervlaktewater van de Waddenzee.

Uit de simulaties blijkt dat er een correspondentie is tussen de ontwikkelingen in de nutriëntenconcentraties en de draagkracht van het systeem. In de jaren tachtig was de nutriëntenconcentratie relatief hoog en deze neemt daarna weer af. De modelberekeningen geven aan dat mét de afname van de nutriëntvruchten en -concentraties ook de primaire en secundaire productie afneemt. De schelpdierbestanden die in de Waddenzee worden aangetroffen zijn daarmee aan een maximum gebonden dat vanaf medio jaren '80 kleiner wordt. De feitelijke bestandsgrootte is meestal lager of zelfs veel lager, omdat die mede afhankelijk is van het optreden dan wel achterwege blijven van, onder meer een goede schelpdierbroedval, van temperatuur-effecten en van stormen. Het schelpdierbestand in de jaren '90 is gemiddeld lager dan in de jaren '80, maar de conditie van de schelpdieren – uitgedrukt als vleesgewicht gedeeld door totaalgewicht van het schelpdier – laat géén trendmatige verandering zien. De conditie van de schelpdieren, die uitgedrukt is als grammen vlees per gram totaalgewicht van een schelpdier, is in de jaren '90 wél hoger dan in de jaren '80. Dit is enigszins toe te schrijven aan een betere voedselkwaliteit in de Waddenzee: de verhouding chlorofyl/zwevende stof is in de jaren '90 wat hoger dan in de jaren '80, maar deze relatie is vrij zwak. Daarnaast bleek dan in sommige jaren het werkelijk aanwezige

schelpdierenbestand ruwweg overeen te komen met het bestand dat volgens modelberekeningen aanwezig was. In dergelijke jaren is de concurrentie om voedsel groot, en dat heeft zijn weerslag op de schelpdierconditie.

Kortom, wat we dus zien is dat er in de jaren '70 een toename van de productiviteit en biomassa is geweest met een top in het begin van de jaren tachtig; dat ging samen met een groot aantal vogels en een hoge vangst door vissers. Eind jaren 80 is er een dip in de productiviteit opgetreden die in combinatie met zware storm heeft geleid tot overexploitatie omdat dóór werd gegaan met oogsten door vissers. Omdat in die periode óók vogels probeerden hun voedsel te vinden leverde dat een hoge predatiedruk op het restant aan schelpdieren. In die periode treedt dan ook een eidereendensterfte op (Ens & Kats, 2003), én vinden Rappoldt et al (2003) dat scholeksters lijden onder een sterke voedselstress. De conclusies van deze studie luiden:

1. Reductie van nutriëntvrachten, zoals die sinds het midden van de jaren '80 plaats vindt, leidt tot een lager maximum schelpdierenbestand en een lager maximum voor de primaire en secundaire productie. De gemiddelden ten opzichte van de jaren '80 bedragen in de jaren '90 56% voor het bestand en 58% voor de secundaire productie.
2. De schelpdierbestanden zoals die in de Waddenzee zullen voorkomen kunnen ook in de toekomst een grote omvang bereiken, maar de maximale omvang is kleiner dan in de jaren '80.
3. De conditie van de schelpdieren hangt tenminste voor een deel af van de verhouding tussen de grootte van het werkelijk aanwezige bestand en de maximale omvang van dat bestand. Is die verhouding groot dan gaan de schelpdieren met elkaar om het aanwezige voedsel concurreren, en zal de conditie verminderen.
4. De voedselkwaliteit (het gehalte chlorofyl gedeeld door het gehalte aan zwevende stof) is mede bepalend voor de conditie van de schelpdieren: een hoge kwaliteit resulteert in een betere conditie. De significantie van deze relatie is overigens betrekkelijk gering.
5. In de toekomst zal, mede onder invloed van de effectuering van de Europese Kaderrichtlijn Water, de nutriënttoevoer verder afnemen, en zal de productiviteit van de Waddenzee verder gereduceerd worden.
6. Het is niet realistisch nu noch in de toekomst opbrengstverwachtingen te koesteren die gelijk zijn aan die van 15-20 jaar geleden. Met name in die jaren waarin het verschil tussen het maximaal mogelijke bestand en het feitelijke schelpdierenbestand groot is kan door een zorgvuldig kweekbeleid een deel van dat verschil benut worden; waarbij conclusies die onder 2) en 7) zijn verwoord van kracht blijven.
7. Schelpdieren (mosselen en in mindere mate kokkels) zorgen voor een hoger gehalte aan organisch stof in de bodem. Als gevolg van de regeneratie van nutriënten zorgt dit voor een extra hoeveelheid beschikbaar nutriënt voor de primaire productie: de interne nutriëntencyclus wordt intensiever. Een goede schelpdierenstand verbetert daarmee de condities voor zijn eigen groei en zorgt er aldus zelf voor dat het maximale bestand relatief groot is. Een voortdurend klein bestand daarentegen resulteert in een relatief klein maximaal bestand. Het maximale bestand bij een voortdurend groot schelpdierenbestand is 10% tot soms 50%, groter dan dat bij een voortdurend klein bestand. De overige omstandigheden bepalen mede de mate van dit verschil. Wanneer een klein bestand weer weet te groeien naar de op dat moment maximale waarde, verbetert die maximale waarde op den duur ook.

20 Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee

Rapport G

Status: 6 december 2003, concept: commentaar audit ontvangen en bijgevoegd, nog niet verwerkt.

Auteurs: RIZA

20.1 Meetfouten en natuurlijke variatie

Het slibgehalte van de wadbodem vertoont een opvallend grote variatie. Die variatie kan voor een deel worden verklaard door meetfouten. Zo moesten veldtaxaties worden gecorrigeerd. Daarnaast moet er rekening mee worden gehouden dat de meetfout t.a.v. het slibgehalte absoluut is en niet relatief. Het is daarom veel makkelijker om aan te tonen dat het slibgehalte is gehalveerd van 20 naar 10% dan van 2 naar 1%. Bovendien moesten slibgehalten voor een groot deel van de gegevens worden afgeleid uit het U-cijfer, uit de zandfracties, uit bepaling met de laser particle size analyser. Dat gaf problemen. Zo moest uiteindelijk worden besloten om één bestand met zandfracties buiten beschouwing te laten. Een andere meetfout is het gevolg van het feit dat de recente en 50 jaar oude grondmonsters zelden op dezelfde plek zijn genomen. Om toch de oude en nieuwe monsters te kunnen vergelijken, werden de oude monsters gebruikt om een bodemkaart te maken die per ha het voorspelde slibgehalte geeft op basis van monsters die in de nabije omgeving zijn genomen. Bij die ruimtelijke extrapolatie worden opnieuw fouten gemaakt; die meetfout is geschat. Aan al die meetfouten is achteraf weinig te doen. Het enige verweer is te zorgen voor zo groot mogelijk aantal steekproeven. Daardoor neemt de kans af dat als gevolg van de meetfouten, het berekende gemiddelde afwijkt van de werkelijkheid. Gelukkig kon de analyse worden uitgevoerd op een zeer groot aantal monsters.

De juist genoemde meetfouten zorgen voor een grote spreiding van het slibgehalte. Maar ook al zouden er geen meetfouten zijn geweest, dan is er toch een grote variatie in het slibgehalte van de toplaag van de bodem te verwachten: de Waddenzee is een zeer dynamisch systeem waarbij het bodemslib bij ruw weer en/of sterke stroming voortdurend in suspensie wordt gebracht en het slib uit het water in rustige omstandigheden sedimenteert. Bovendien filteren kokkel en mossels behalve voedsel ook slib uit het water. Dit uitgefilterde slib wordt uitgescheiden en komt in de vorm van pseudofaeces op het wadoppervlak. Rondom mosselbanken is de bodem om die reden vaak opvallend slibrijk. Daarnaast is er een voortdurende menging van de bodem in de bovenste 25 cm van het wad. Die menging is het gevolg van de graaf- en eectactiviteit van de in de bodem levende wadpieren en andere wormen. Deze zgn. bioturbatie zal overigens ruimtelijk variëren als functie van de variatie in wormendichtheid. Ondanks de bioturbatie varieert het slibgehalte van de toplaag, door de juist genoemde uitwisseling met het slib dat in water zweeft, meer dan die van de ondergrond. Dat is zeker het geval in de wintermaanden omdat de bioturbatie wegvalt door de inactiviteit van wormen bij lage temperaturen. In het winterhalfjaar is de kans op ruw weer en hoge vloed groter dan in het zomerhalfjaar. Als gevolg daarvan is ook de toplaag van de wadbodem 's winters slibarmer dan in de zomer. Bijna alle monsters zijn 's zomers genomen, dus het effect op de analyse is beperkt, maar toch nog groot genoeg om de vergelijking tussen oude en nieuwe monsters te compliceren.

De oude RIJP-monsters uit de jaren 50 waren vrijwel allemaal 25 cm diep gestoken en de recente monsters meestal slechts 5-10 cm diep. Omdat de bovenlaag, ook in de zomer, slibrijker is dan de onderlaag, bemoeilijkt dit de directe vergelijking tussen de oude en nieuwe monsters. Aangenomen moet worden dat de nieuwe monsters, alleen doordat ze ondieper zijn gestoken, gemiddeld 15-20% slibrijker zullen zijn dan de oude RIJP-monsters.

De bodemdieren woelen de bovenste 25 cm van het wad voortdurend om. Stel dat na een bevissing het slibgehalte in de bovenste 5 cm is gedaald van 10 naar 2% en dat het slibgehalte in de 20 cm daaronder ongewijzigd 10% is gebleven. Het is daarna een kwestie van tijd of het slibgehalte in de toplaag zal, althans in dit theoretische rekenvoorbeeld, als gevolg van bioturbatie weer terug zijn naar een niveau 8.4%. Om die reden is een effect van kokkelbevissing op het slibgehalte niet makkelijk aan te tonen.

20.2 Is de bodemgesteldheid van de Waddenzee veranderd?

Op drie plaatsen in de Nederlandse Waddenzee wordt de bodemgesteldheid al een kwart eeuw gevolgd. Op de Piet Scheveplaat (tussen Ameland en de Friese kust) en de Heringsplaat (noordelijke Dollard) is de wadbodem sinds 1980 langzaam maar zeker slibrijker geworden. Op de Groningse monitoringsplekken werden de afgelopen 30 jaar grote verschillen geconstateerd, maar was er gemiddeld genomen geen toe- of afname van het slibgehalte.

Een vergelijking van de bodemkaart, gebaseerd op de monsters uit de jaren 50, en de recente monsters laat zien dat groot deel van de westelijke Waddenzee slibarmer is geworden, maar het grootste deel van de Waddenzee slibrijker. Die verandering hebben al plaats gevonden voor 1990. De verandering van de bodemgesteldheid kan in verband worden gebracht met de grootschalige veranderingen in erosie- en sedimentatiepatronen, zoals die teweeg zijn gebracht door (1) waterstaatkundige ingrepen (Amsteldiepdijk, Afsluitdijk, afsluiting Lauwerszee), (2) landaanwinningswerken langs de Fries-Groninger kust, (3) baggerstort ten noorden van Harlingen en (4) natuurlijke dynamiek.

De Waddenzee is gemiddeld niet slibrijker geworden wanneer rekening wordt gehouden met het feit dat de oude monsters dieper werden gestoken dan de recente monsters.

20.3 Waar liggen de kokkelbanken en waar wordt gevist?

Kokkelbanken lagen in het verleden ruim onder NAP op slibarm wad. Kokkels filteren voedsel uit het water en groeien daardoor het snelst op laaggelegen wadplaten. Hooggelegen platen hebben een korte overspoeling en zijn daarom marginaal voor kokkels: ze groeien er langzaam. Datzelfde geldt in iets mindere mate voor kokkels die leven in een slibrijke bodem. Kokkelbanken zijn de afgelopen jaren verdwenen uit de gebieden waar de groei maximaal is. Dat verschil is erg groot in het deel van de Waddenzee dat altijd bevist is geweest en veel kleiner in het deel dat sinds 1992 is gesloten voor de kokkelvisserij.

Kokkelvisseren bezoeken de afgelopen 10 jaar elk jaar gemiddeld ongeveer 6% van het voor hen toegankelijke wad. In de zone juist onder NAP is dat meer dan 10%, maar het is (veel) lager nabij de hoog- en laagwaterlijn. Sinds 1992 vindt er ook weinig bevissing plaats op slibarm en zeer slibrijk wad. Relatief het meest bezocht (12%) wordt het wad met een gemengde substraat. Gemengd wad dat 20 cm beneden NAP ligt, wordt het vaakste bezocht: per jaar gemiddeld 22%. Die voorkeur is niet gelijk, maar varieert tussen de jaren.

Er is selectieve kokkelbevissing op laaggelegen kokkelbanken. De kokkels groeien daar harder en zijn dus eerder oogstbaar. Als gevolg daarvan worden binnen een zelfde jaarklasse de laaggelegen kokkelbanken eerder weggevisst dan de kokkelbanken op hoog wad. De gemiddelde kokkelbanken ligt nu hoger in de getijdenzone dan vroeger, althans in het deel van de Waddenzee dat is opengesteld voor de visserij. In het gebied dat is gesloten voor visserij is dat verschil veel kleiner.

De jaarlijkse kokkelbestand varieert zeer sterk, omdat er gemiddeld slechts 1 op de 5 jaar een nieuwe kokkelgeneratie de Waddenzee bevolkt. De afgelopen 30 jaar was er een broedval van kokkels in 1975, 1979, 1987, 1992 en 1997. Wanneer de vestigingsplekken van deze vijf generaties worden vergeleken, blijken de banken systematisch steeds hoger zijn komen te liggen, op wad met een groter slibgehalte en op wad dat verder van de geul ligt. Daarmee is de opgroeiconditie en daarmee de productiviteit van de kokkels duidelijk verslechtert.

Bodemdieren en wadvogels bereiken de hoogste dichtheden op platen die op NAP liggen en op gemengd wad. Meer dan 20 jaar geleden vond kokkelbevissing plaats op wad dat niet tot het biologisch rijkste deel van de Waddenzee kon worden gerekend: daarvoor was het beviste wad te slibarm en lag het te laag. De kokkelvisserij is de afgelopen twee decennia zodanig opgeschoven naar hoger en slibrijker wad, dat nu wél het voedselrijkste en vogelrijkste deel van de Waddenzee wordt bevist.

20.4 Effect van mechanische bevissing op het slibgehalte

Het korte termijneffect van mechanische kokkelbevissing werd op een plek onder oost-Ameland onderzocht. Enkele weken na de bevissing was het grootste deel van het slib in de bovenste 7 cm van de bodem verdwenen, maar na een jaar was het slibgehalte weer enigszins hersteld en na twee jaar was het slibgehalte er zelfs iets hoger dan op de

controleplek, een niet beviste, naburige kokkelbank Het laatste effect kon echter worden verklaard met slibvangst door recent gevestigde mossels.

Het middenlange termijn kon worden bestudeerd voor de monitoringsplekken op het Groninger wad. Een half jaar na de bevissing was in 6 van de 8 gevallen het slibgehalte afgenomen.

Het lange termijn werd onderzocht door het slibgehalte van de recente monsters te vergelijken met de slibgehalten ter plaatse uit de jaren 50 en voor alle monsters na te gaan of er in drie jaar voorafgaand aan de recente monsterring het slibgehalte was veranderd. Op plekken waar gevestigd was geweest, had de bodem een hoger slibgehalte dan 40 jaar geleden. Hieruit volgt niet dat kokkelvisserij een toename van het slibgehalte veroorzaakt. Een verdere analyse liet zien dat kokkels (en dus ook beviste gebieden) voorkomen waar de bodem in vergelijking met het verleden slibrijker is geworden.

Het lange termijn effect van kokkelbevissing op de bodemgesteldheid kon ook worden nagegaan door de verandering in bodemgesteldheid in het gebied dat sinds 1992 gesloten is voor de visserij te vergelijken met het opengestelde gebied. Het open gebied was slibarm geworden, het gesloten gebied niet.

Behalve kokkelvisserij zijn er meer factoren aan te wijzen die effect hebben gehad op lokale veranderingen in het slibgehalte. Zo heeft er veel opslibbing plaats gevonden langs de Friese kust (mogelijk veroorzaakt door de landaanwinning) en de westelijke Waddenzee is (mogelijk nog steeds als gevolg van de aanleg van de Afsluitdijk) zandiger geworden. Die effecten zijn niet goed te kwantificeren. Om het lange-termijn effect van kokkelvisserij te onderzoeken, waarbij toch rekening wordt gehouden met de andere, lokale effecten, is de Waddenzee verdeeld in deelgebieden en binnen de deelgebieden geanalyseerd of het verschil maakt of het wad is gesloten voor kokkelvisserij of niet. Ook uit deze analyse komt naar voren dat het open gebied relatief slibarm is geworden in vergelijking met het gesloten gebied. Enkele open en gesloten deelgebieden die voor de rest min of meer vergelijkbaar zijn, bleken echter niet te verschillen.

Het lange termijn effect van kokkelbevissing kon verder worden onderzocht door de verandering in het slibgehalte te onderzoeken voor de gebieden die als kokkelbanken zijn ingetekend en dus voor een groot deel zijn bevestigd. De bodemgesteldheid is hetzelfde gebleven op de plekken die niet als kokkelbank zijn ingetekend. De juist geconstateerde "ontslibbing" van het open gebied is toe te schrijven aan de afname van het slibgehalte op de gebieden die als kokkelbanken zijn ingetekend. Op langere termijn verdwijnen in het open gebied kokkelbanken waar het slibgehalte is gedaald. Waar kokkelbanken in het gesloten gebied vanouds voorkomen is het wad daarentegen slikrijker geworden.

Eindconclusie: Op basis van de verzamelde gegevens wordt geconcludeerd dat mechanische kokkelbevissing, zowel op korte, midden-lange als lange termijn, vrijwel zeker leidt tot een slibarmere wadbodem. Het effect is echter voor een deel gemaskeerd omdat kokkelbevisserij de laatste 10 jaar vooral plaats vindt in gebieden die slibrijker zijn geworden.

20.5 Aanbevelingen voor verder onderzoek

1. Ten behoeve van dit rapport zijn grote aantallen bodemmonsters en andere gegevens gedigitaliseerd. Het verdient aanbeveling de aangemaakte databestanden zodanig te bewerken dat ze toegankelijk zijn voor een ieder die geïnteresseerd is. De toegankelijk gemaakte bestanden dienen daartoe op CD en/of het internet te worden plaatsen.
2. Het verdient aanbeveling de nu gedigitaliseerde kokkelbankkaarten nog eens uitvoerig te bestuderen en deze door de vissers gemaakte kaarten te vergelijken met de kaarten die de visserijkundige ambtenaren in het verleden hebben gemaakt.
3. Het is de moeite waard om in dit verslag samengevatte abiotische factoren te koppelen aan de door het RIVO sinds 1990 gemeten kokkeldichtheden per jaarklasse.
4. Het is duidelijk dat de kokkelbanken de afgelopen 20 jaar verder van de geul zijn komen liggen en ook hoger op de wadplaten. Deze verandering kon in detail worden beschreven. Het is echter nog steeds niet duidelijk waarom de broedval van kokkels hoger op de platen plaatsvindt. Piersma & Koolhaas (1997) en Piersma et al. (2001) noemen een aantal mogelijke oorzaken, zoals de door de visserij veroorzaakte

- selectiedruk op de kokkels om zich hoger op de platen te vestigen: ze groeien daar wel slechter, maar worden wel ouder en kunnen dus veel nakomelingen produceren zo dat lifetime success toch hoger is dan laag op de platen. De hypothese dat zand-kokkels zijn vervangen door slik-kokkels verdient nader onderzoek.
5. Het meten van de verandering in de bodemgesteldheid bleek ernstig te worden gehinderd door het feit dat de bodemgesteldheid in de bovenste 25 cm van het wad niet volledig homogeen is. Het is de moeite waard om de verandering in de bodemgesteldheid voor verschillende dieptes apart te volgen, zeker in gebieden waar bevissing plaats vindt.
 6. Het verdient aanbeveling om de absolute “bodemdaling” na bevissing exact te meten in gebieden met een verschillend slibgehalte, b.v. met de eenvoudige en door de Vlas (ongepubliceerd) reeds beproefde “waterslang-methode”.
 7. De vraag of de Waddenzee slibrijker is geworden of niet, kon niet met zekerheid worden beantwoord. Dat had niets te maken met een gebrek aan gegevens, maar alles met het gebruik van verschillende methodes en analysetechnieken. Bij voortgezet onderzoek, moet daarom zoveel mogelijk worden aangesloten bij gebruikte methoden:
 - a. De tweejaarlijks metingen van het slibgehalte op de monitoringsplekken dient te worden voortgezet. Het verdient aanbeveling daarbij de lang gebruikte methode (graviometrisch bepaald slibgehalte) niet in te wisselen voor een andere analysetechniek (laser particle size analyser).
 - b. Het verdient aanbeveling om het slibgehalte regelmatig te meten in gebieden waar in het verleden het slibgehalte jarenlang is gemeten.
 - c. De uitgevoerde, globale analyse van het effect van mosselbanken op de bodemgesteldheid liet zien dat mossels een zeer groot effect hebben op de lokale slibhuishouding. Hoewel Oost (1995) al tot dezelfde conclusie komt, is het effect zo groot dat een uitgebreid onderzoek naar de aanwezigheid van mosselbanken op de bodemgesteldheid in de Waddenzee meer dan de moeite waard is.

21 Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden WZ, OS, WS

Rapport H2

Status: eindrapport oktober 2003

Auteurs: Kamermans, Kesteloo, Baars

Ter onderbouwing van het beleid voor de kokkelvisserij in schelpdierarme jaren wordt sinds 1990 in opdracht van het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij (LNV) door het RIVO (Nederlands Instituut voor Visserij-onderzoek) jaarlijks het kokkelbestand (*Cerastoderma edule*) in de Oosterschelde, de Westerschelde en de Waddenzee geïnventariseerd. De betrouwbaarheid van de voorjaarsinventarisaties en een vergelijking van de RIVO bestandsopnames van het Balgzand met die van het NIOZ zijn beschreven in het rapport van het deelproject B3. Schattingen van de bestandsgroottes van kokkels op 1 september worden verkregen door extrapolatie van de voorjaarsgegevens. Deze schattingen worden beschreven en geëvalueerd in dit rapport.

Deze bestandsschattingen vóór 1990 zijn voor de Waddenzee gebaseerd op extrapolaties van Balgzand gegevens. Het blijkt dat het kokkelbestand op het Balgzand onvoldoende representatief is voor de rest van de Waddenzee. Hierdoor is de methode die is gebruikt om het kokkelbestand in de Waddenzee voor de periode 1971–1990 te schatten niet bruikbaar en zijn er dus geen goede gegevens voor deze periode beschikbaar.

De door de kokkelsector op nautische kaarten ingetekende gebieden met hoge kokkeldichtheden worden gebruikt in een aantal EVA II deelprojecten. Over het algemeen geven de RIVO bestandsopname een groter oppervlak aan kokkelbanken dan de door de sector ingetekende gebieden. De sector geeft een systematisch lagere schattingen dan het RIVO in voor visserij de gesloten gebieden. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat sommige gebieden door de sector niet worden ingetekend. Voor een betrouwbare locatie indicatie van kokkelbanken wordt aangeraden om naast de kaarten van de sector ook de RIVO bestandsopnamen te gebruiken.

Schattingen van de bestandsgroottes van kokkels op 1 september worden verkregen door extrapolatie van de RIVO bemonsteringen rond 1 mei met behulp van groei- en sterftfactoren. Zowel de groei als de sterfte van kokkels vertonen sterke jaarlijkse variaties. Het op 1 mei geven van een betrouwbare schatting voor de groei en sterfte voor de daaropvolgende 4 maanden is hierdoor problematisch. De huidige methode voor het extrapoleren van bestandsopnames in het voorjaar naar bestandsgroottes in het najaar is geëvalueerd met herbemonsteringen. De bandbreedte waar rekening mee gehouden moet worden bij het schatten van bestanden is erg groot. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een dataset van 3-4 waarnemingen bijzonder klein is voor het vaststellen van een betrouwbaarheidsinterval. Bovendien zijn er aanwijzingen voor een lagere groei in Waddenzee in de laatste twee jaar in vergelijking met andere jaren. Desalniettemin vertoont de biomassaschatting een systematische afwijking van de bemonsterde waarden. Er zijn geen aanwijzingen dat de sterfte systematisch wordt onderschat of overschat. De groei wordt overschat met de huidige methode.

In het rapport wordt een alternatieve extrapolatie methode voor de groei voorgesteld. Hierbij wordt het gewicht van de kokkels aan het begin van het seizoen en de omvang van het bestand aan kokkels aan het begin van het seizoen in de berekening van de groeifactor betrokken. In alle drie de wateren geeft de alternatieve schatting bestanden die dichter in de buurt van de herbemonstering liggen dan de oude schattingen. De variatie in verschil tussen berekende en bemonsterde waarden is veel kleiner (95% betrouwbaarheidsintervallen van 11 tot 32% met de alternatieve methoden). Extrapolatie methoden houden echter altijd een onzekerheid in zich. Dit is alleen te ondervangen door zo kort mogelijk voor de visserij te inventariseren.

De oude bestandsschattingen zijn geëvalueerd met behulp van de alternatieve methode. De alternatieve berekeningen leiden in nagenoeg alle jaren tot een lager bestand dan tot nu toe geschat is. In jaren van schaarste leidt dit tot een schatting die onder de reservering uitkomt.

In een aantal jaren komt de schatting onder de reservering en vangst uit. De schattingen gaan uit van een gemiddelde groei en sterfte. In werkelijkheid kan de sterfte b.v. lager en de groei hoger zijn geweest, waardoor het totale bestand ook hoger was. Hierdoor is nooit precies te achterhalen wat het werkelijke bestand in een bepaald jaar is geweest. De evaluatie van de huidige methode van bestand schatten laat zien dat het bestand wordt overschat. De afwijking van de voorspelling uitgedrukt als percentage van het gevonden bestand varieert van 4% hoger dan de voorspelling tot 86% hoger dan de voorspelling met een gemiddelde van 38%. Dit is een gevolg van het overschatten van de groeisnelheid. Een alternatieve extrapolatie methode kan deze overschatting verminderen. Een probleem hierbij is echter dat het om gemiddelde groei gaat. Jaarlijkse fluctuaties in groei in de periode 1 mei tot 1 september zijn niet te voorspellen, omdat op 1 mei gegevens over temperatuur en voedselaanbod tot 1 september nog onbekend zijn. Een alternatieve aanpak is om de bestandsopname dicht bij het tijdstip van aanvang van de visserij te laten plaatsvinden. Vooral in arme jaren is dit een optie, omdat dan een goede bestandsopname essentieel is. Hierbij is wel noodzakelijk dat de procedure bij het verlenen van een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet wordt gewijzigd.

22 Kokkelhabitatkaarten voor de Oosterschelde en de Waddenzee

Rapport H3

Status: versie 12, 10 december 2003, concept voor audit

Auteurs: Kater, Brinkman, Baars, Aarts

Voor de Oosterschelde en het Nederlandse deel van de Waddenzee is een analyse uitgevoerd naar de voorkeurs habitat van kokkels. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit de jaarlijkse kokkelsurvey door het RIVO, de jaarlijkse kokkelbankeninventarisatie die door de kokkelsector wordt uitgevoerd (Waddenzee), en vele abiotische omgevingsvariabelen waarvan bestanden door het Rijksinstituut voor Kust en Zee zijn geleverd.

In de Oosterschelde wordt de verspreiding van de biomassa van kokkels voor een deel bepaald door de stroomsnelheid en de droogvalduur. Saliniteit lijkt geen rol te spelen. Een habitatkaart is geconstrueerd waarop de meest geschikte gebieden voor kokkels zijn aangegeven. Uitgaande van de gevonden karakteristieken is met behulp van een simulatie berekend wat, gesteld dat de kokkels dezelfde habitatvoorkeuren blijven houden, de verwachte toestand is in de jaren 1985, 1994, 2001 en 2010. Hierdoor is zo goed mogelijk in kaart gebracht hoe de verschuiving van geschikt kokkelhabitat is ten gevolge van een veranderde abiotiek veroorzaakt door de bouw van de Oosterscheldewerken. Vermindering van geschikt kokkelhabitat treedt op in de noordtak door van de veranderde stroomsnelheid en in het komgebied door de verkorte droogvalduur. In het middengebied neemt het aandeel geschikt kokkelgebied in eerste instantie toe ten gevolge van gunstige stroomsnelheden, maar verslechtert daarna door de kortere droogvalduur. In het mondingsgebied verandert de droogvalduur ook, maar op een wijze dat dit vooralsnog gunstig is voor de ontwikkeling van kokkelbiomassa's. De totale bestanden aan kokkelbiomassa in de Oosterschelde dalen volgens de simulatie wel met het voortschrijden van de tijd. Een analyse van de kokkelvisserij laat zien dat kokkelvisserij in het beste kokkelhabitat plaats vindt, wat een bevestiging van de habitatkaart is. Een analyse op plaatniveau geeft als resultaat dat op de Vondelingsplaat de verandering in kokkelbiomassa vooral gestuurd wordt door de watertemperatuur in de winter, maar dat op de Roggenplaat de kokkelvisserij een belangrijke rol speelt in de verandering van de biomassa van jaar tot jaar. Met behulp van de habitatkaart is tenslotte bekeken in welk type kokkelhabitat zich de Japanse oesters bevinden. De oesters lijken niet op de meest geschikte kokkelhabitats te liggen, maar op plaatsen met een kortere droogvalduur. Door de plaatverlagingen die in het Oosterscheldesysteem gaande zijn zal het habitat voor kokkels steeds minder gunstig worden, terwijl het habitat voor oesters steeds beter wordt.

Voor de Waddenzee wordt geconcludeerd dat de hoogste biomassadichtheden en de meeste kokkelbanken in de periode 1998-2002 gevonden werden op de hoge en relatief slijkgige delen van de Waddenzee. 1-jarige kokkels lijken vooral voor te komen op hydrodynamisch rustige locaties met een relatief hoog slibgehalte.

Er wordt geconstateerd dat in laaggelegen delen van het eulitoraal (nabij de gemiddeldlaagwaterlijn) de laatste jaren relatief lage kokkelbiomassa's en weinig kokkelbanken aangetroffen worden (vergeleken met de toestand in de jaren 1976-1980). Deze relatieve afwezigheid van kokkels op de lagere delen staat in contrast met hun vroegere verspreiding. Voor die relatieve afwezigheid van kokkels en kokkelbanken in de laag-litorale delen is een viertal hypothesen opgesteld, dat verder niet getoetst of onderzocht is. Wel is dit aangaande geconstateerd dat er te beperkt kennis is van de allereerste vestigingsfase van schelpdierbroed en de ontwikkelingsprocessen die zich in de eerste maanden na vestiging afspelen.

Geconstateerd is ook dat in de jaren ná de grote broedval van kokkels in 1997 het zwaartepunt van de kokkelbanken in de open gebieden van de Waddenzee voortdurend verschoven is naar hoger gelegen litorale delen; dit proces vond in de gesloten gebieden nauwelijks plaats. Visserij is in dezen de meest waarschijnlijke structurerende factor. Als gevolg van betere groeiomstandigheden in lagere delen vindt eerst daar bevissing plaats, in de jaren erop volgend verschuift die naar hoger gelegen platen. Het effect van een dergelijke verandering is eveneens bediscussieerd, en zal voor voedselzoekende vogels als scholeksters en eidereenden negatieve gevolgen kunnen hebben. De gevoeligheid van de schelpdieren voor vorst is hoger in de litorale zone groter, de groeisnelheden zijn lager evenals de conditie

van de schelpdieren en aldus is de voedselkwaliteit voor scholeksters en eidereenden geringer.

Er is een verschil tussen de droogvalduur waar kokkels *relatief* veel voorkomen, en die waar ze *absoluut* veel voorkomen. Dit heeft te maken met de frequentieverdeling van de droogvaltijden zelf: droogvaltijden > 60% komen relatief weinig voor in het Waddengebied. Wanneer gevonden wordt dat bij lange droogvalduur de kans om kokkels aan te treffen groot is of de dichtheid (biomassa per m²) het grootst is, dan wil dat niet zeggen dat daar ook (in termen van biomassa) ook de meeste kokkels liggen. Die komen –gezien de verdeling van die droogvaltijden- rond droogvaltijden van 40-50% voor.

Zowel voor de Oosterschelde als voor de Waddenzee is aldus met behulp van de uitkomsten van de habitatgeschiktheidsanalyses getracht karakteristieken van de verspreiding van kokkels te beschrijven en daar waar mogelijk te becommentariëren of in een breder perspectief te plaatsen.

23 Invloed van natuurlijke factoren en kokkelvisserij op de dynamiek van bestanden aan kokkels en nonnen in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde

Rapport H4

Status: 11-12-2003, concept voor audit

Auteurs: Kamermans, Bult, Kesteloo, Schuiling, Perdon, Kater

Het voorliggende rapport is onderdeel van de evaluatie Structuurnota Zee- en Kustvisserij fase II. Het behandelt de invloed van kokkelvisserij en andere factoren de omvang van bestanden aan kokkels en Macoma.

De vraagstelling van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Wat is het effect van mechanische kokkelvisserij op de temporele dynamiek (fluctuaties in omvang in de tijd) van bestanden aan kokkels en Macoma in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde?

Deze centrale vraag is opgesplitst in deelvragen:

- Is er verschil in ontwikkeling in kokkelbestanden in open en gesloten gebieden? En is dit verschil voor of na sluiting van de gebieden ontstaan?
- Wat is het effect van kokkelvisserij op de broedval van kokkels?
- Is er verschil in ontwikkeling in bestanden aan kokkels op beviste locaties en in onbeviste gebieden?
- Wat is de natuurlijke sterfte en wat de visserijsterfte van kokkels?
- Is er verschil in ontwikkeling in bestanden aan Macoma in open en gesloten gebieden?
- Is er verschil in ontwikkeling in bestanden aan Macoma op beviste locaties en in onbeviste gebieden?
- Welke factoren (inclusief visserij) verklaren de temporele variatie in kokkelbestanden?

Gebruikte gegevens en aanpak

Voor de studie is gebruik gemaakt van bestaande gegevens die niet specifiek voor deze studie zijn verzameld en waarbij bovendien geen mogelijkheid aanwezig was voor een experimentele opzet.

In de studie zijn schelpdiergegevens over (1) totale bestanden, (2) dichtheden, (3) individuele gewichten van kokkels en Macoma in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde uit de jaarlijkse voorjaarsinventarisaties gebruikt. Daarnaast zijn gegevens over kokkels uit de herbemonsteringen in 2000, 2001 en 2002 gebruikt en gegevens over de ontwikkeling van kokkelbestanden in de Oosterschelde en de Westerschelde op een aantal vaste locaties (vakken). En tenslotte zijn inventarisaties van kokkelbanken van de kokkelsector gebruikt.

Door de opdeling in gebieden die zijn opengesteld en gesloten voor mechanische kokkelvisserij kan de ontwikkeling van schelpdierpopulaties in open gebieden, waarbij de schelpdieren blootstaan aan visserij, worden vergeleken met de ontwikkeling van populaties in gesloten gebieden. Het effect van kokkelvisserij is bepaald door de dynamiek van bestanden aan kokkels en Macoma in voor kokkelvisserij opengestelde en gesloten gebieden te vergelijken.

Sinds 1992 wordt het mechanisch vissen op kokkels in de Waddenzee, Voordelta en de Oosterschelde en sinds 1997 in de Westerschelde geregistreerd met black boxen. Met behulp van de black box gegevens kan per jaar binnen het voor visserij opengestelde gebied worden bepaald welk deel van de schelpdierpopulatie daadwerkelijk is bevestigd. De dynamiek van kokkels en Macoma op locaties bevestigd is vergeleken met de dynamiek van deze soorten in onbevestigde gebieden.

Het effect van kokkelvisserij op broedval is met behulp van twee benaderingen bestudeerd. Ten eerste een lokale benadering waarbij vooral gekeken wordt naar de lokale en korte termijn effecten. Hierbij is gebruik gemaakt van bevestigde en onbevestigde monsterstations aan de hand van black box gegevens. En ten tweede een grootschalige benadering waarbij vooral gekeken wordt naar grootschalige en lange termijn effecten. Hierbij is gebruik gemaakt van open en gesloten gebieden. In beide benaderingen werd gekeken naar het effect van visserij

op broedval nadat gecorrigeerd was voor habitat verschillen tussen beviste en onbeviste locaties, of tussen open en gesloten gebieden. Spatiele (of ruimtelijke) abiotische gegevens, zoals droogvalduur, diepte, stroomsnelheid, orbitaalsnelheid, afstand tot de geul, mediane korrelgrootte en slibgehalte van het sediment, en zoutgehalte, zijn gebruikt in de analyses. Bekend is nl. dat al deze factoren invloed kunnen hebben op de broedval van kokkels. Om te verklaren welke factoren de temporele dynamiek in kokkelbestanden verklaren zijn enkele exploratieve analyses uitgevoerd met de volgende temporele (in de tijd fluctuerende) abiotische gegevens: winter- en zomertemperatuur, de North Atlantic Oscillation Index, chlorofyl-a, zwevende stof, saliniteit, windrichting en windkracht.

Dynamiek kokkels in open en gesloten gebieden

Er is verschil in ontwikkeling in bestanden aan kokkels in open en gesloten gebieden. Het aantal kokkels per m² is significant hoger in de gesloten gebieden dan in de open gebieden in de Waddenzee en de Oosterschelde. Het effect van sluiting kon alleen worden bestudeerd voor de gebieden die in 1999 in de Waddenzee zijn gesloten en in 1998 in de Westerschelde. Alleen de dichtheid en biomassa van tweejarige kokkels in de Waddenzee nam significant toe in het gesloten gebied na sluiting in 1999. De verhoging van de biomassa lijkt vooral een effect te zijn van de goede broedval van 1997, en niet een effect van de sluiting. Het totale kokkelbestand in de Waddenzee was hoger in de in 1993 gesloten gebieden dan in open gebieden in 1994 en vanaf 2000. Dit wordt veroorzaakt door een betere aanwas van kokkels in gesloten gebieden en het wegvissen van kokkels in de open gebieden. Over het algemeen is de overleving van kokkels beter in de gesloten gebieden. Dit verschil was significant was voor alle wateren. Deze resultaten duiden op gunstige omstandigheden voor kokkelpopulaties in gesloten gebieden. Dit kan mogelijk worden verklaard door habitat verschillen tussen open en gesloten gebieden die al bestonden voordat de gebieden gesloten werden. Een analyse van de verspreiding van kokkelbanken in de Waddenzee in de periode 1980- 2002 laat zien dat rond 1990 een omslag in de verspreiding van kokkelbanken de Waddenzee heeft plaatsgevonden. Vanaf die tijd wordt een groter oppervlak aan kokkelbanken aangetroffen in het gesloten gebied in vergelijking met het open gebied. Deze omslag is niet direct toe te schrijven aan de kokkelvisserij, omdat de ontwikkeling ook te zien is in gebieden die ver voor 1990 al gesloten waren voor kokkelvisserij, of in gebieden die ver na 1990 gesloten werden voor kokkelvisserij. Er lijkt zich een langjarige ontwikkeling in natuurlijke processen te voltrekken.

Overleving kokkels op beviste locaties en in onbeviste gebieden

De gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van kokkels in de onbeviste gebieden was ca. 60% in de Waddenzee (periode 1992-2002) en in de Oosterschelde (periode 1992-2002) en ca. 80% in de Westerschelde (periode 1997-2002). De overleving van kokkels op de beviste locaties is lager in de Waddenzee en Oosterschelde, maar in de Westerschelde is de overleving juist hoger op de beviste locaties. De gemiddelde visserijsterfte voor het gehele gebied (bevist en onbevist samen) was in de Waddenzee iets lager dan in de Oosterschelde (Waddenzee: gebaseerd op aantallen 6% en op biomassa 11%, Oosterschelde gebaseerd op aantallen 11% en op biomassa 15%). De visserijsterfte op de beviste locaties was in de Waddenzee iets hoger dan in de Oosterschelde (resp. 63% en 56%). In de Westerschelde was de overleving beter op beviste locaties (goede kokkelgebieden) dan in onbeviste gebieden (slechte kokkelgebieden). Gebaseerd op de vangst was de visserijsterfte in de Waddenzee het laagst (11%), gevolgd door Oosterschelde (22%) Westerschelde (25%). Er werd positief effect van sluiting van gebieden op overleving van kokkels aangetoond in de Westerschelde, maar niet in de Waddenzee.

Effect kokkelvisserij op aanwas kokkels

Negatieve effecten van kokkelvisserij op de aanwas van kokkels zijn waargenomen in de Waddenzee. Het effect is alleen gevonden vlak na de broedval en niet meer aantoonbaar na de winter. Daarnaast wordt in de Waddenzee een relatief lagere dichtheid aan 1-jarige kokkels aangetroffen in de open gebieden dan in de gesloten gebieden. Deze verschillen blijven bestaan na correctie voor habitat. Er van uit gaande dat het habitat model de verschillen tussen open en gesloten gebieden voldoende kan beschrijven kan worden geconcludeerd dat het resterende verschil kan worden toegeschreven aan een negatief effect van visserij op de aanwas van kokkels in de Waddenzee. Deze effecten worden echter niet ondersteund door andere observaties in het kader van deze studie. Het aantal jaar bevissing geeft kort na de broedval in de Waddenzee een positief effect. Dit wil zeggen dat op locaties

waar een groot aantal jaren is gevist meer broed valt dan op minder vaak beviste locaties. De verschillen in broedval tussen open en gesloten gebieden in de Waddenzee worden ieder jaar kleiner. Een verklaring hiervoor is dat de grotere dichtheden aan oudere kokkels in de gesloten gebieden een negatieve invloed kunnen hebben op de broedval, of dat zich een langjarige ontwikkeling in natuurlijke processen voltrekt. In de Oosterschelde wordt na de winter een positief effect van kokkelvisserij op de aanwas van kokkels gevonden en in Westerschelde werden geen negatieve effecten aangetoond.

Effect van abiotische factoren en visserij op dynamiek kokkels

De huidige dataset is onvoldoende groot om het relatieve belang te bepalen van visserij, weersomstandigheden en voedselaanbod voor de jaarlijkse variatie in kokkelbestanden op het schaalniveau van de Waddenzee, Oosterschelde of Westerschelde. Voor de Oosterschelde en Westerschelde werd een significante relatie tussen sterfte van 1-jarige kokkels en dichtheid gevonden. Hoe hoger de dichtheid aan één-jarigen in april, des te minder groot deel van de één-jarigen tot april van het volgende jaar zullen overleven.

Dynamiek Macoma

De ontwikkeling van de Macoma populatie in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde verschilt niet significant in open en gesloten gebieden en op beviste en onbeviste locaties. Een effect van kokkelvisserij op de Macoma aantallen en dichtheden kan niet worden aangetoond.