

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.:0255 564646
Fax.:0255 564644
Internet:postkamer@rivo.wag-ur.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.:0113 672300
Fax.:0113 573477

Rapport

Nummer: C049/04

Eindrapport EVA II deelproject F4b (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase)

Mosselvisserij en – kweek in het sublitoraal van de Waddenzee

Auteurs: T.P. Bult, M.R. van Stralen, E. Brummelhuis, J.M.D.D. Baars

Opdrachtgever: Alterra
Postbus 167
1790 AD Den Burg, Texel

Project nummer: 3-01-12190-11
Contract nummer: 02-062

Akkoord: A.C. Smaal
Hoofd Centrum voor Schelpdieronderzoek

Handtekening: _____

Datum: juli 2004

Aantal exemplaren: 70
Aantal pagina's: 86
Aantal tabellen: 2
Aantal figuren: 31
Aantal bijlagen: 4

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit. Wij
zijn geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929
BTW nr. NL 808932184B09.

De Directie van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV; opdrachtgever vrijwaart het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave:

Inhoudsopgave:.....	2
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	9
1.1 Overzicht mosselvisserij en -kweek.....	9
1.2 Probleemstelling.....	10
1.3 Onderzoeksvragen en doel.....	11
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Beschikbare datasets	13
2.1.1 Mosselzaad blackbox gegevens.....	13
2.1.2 Theoretische Productie Waarde (TPW).....	13
2.1.3 VA gegevens	14
2.1.4 Import halfwas-mosselen.....	15
2.1.5 Mossel leveringen aan de veiling.....	15
2.1.6 Zaadvissers gegevens	15
2.1.7 Perceelbemonsteringen Oosterschelde	16
2.1.8 RIVO bestandsopnames voorjaar, Waddenzee.....	16
2.1.9 RIVO bestandsopnames najaar, Waddenzee.....	17
2.1.10 Zakboekjes Mosselkwekers	18
2.2 Analyses	18
2.2.1 reconstructie van de mosselbestanden in de winter op percelen en in het wild ..	18
2.2.1.1 basisgegevens	19
2.2.1.2 Opwerking basisgegevens: tarra.....	20
2.2.1.3 Opwerking basisgegevens: aandeel zaad in de vangst.....	20
2.2.1.4 rekenmodellen.....	20
2.2.1.5 Bestand op percelen in de Waddenzee.....	23
2.2.1.6 Vergelijking methoden reconstructie mosselbestanden.....	23
2.2.2 Import en visserij in voor en najaar.....	24
2.2.3 Ontwikkelingen wilde, sublitorale, mosselbestanden	24
2.2.4 Visserijeffecten op zaadval	25
2.2.5 Kweekpercelen versus zaadvisgebieden: groei, zaadval, mortaliteit.....	27
3 Resultaten	30
3.1 Ontwikkelingen wilde sublitorale bestanden.....	30
3.2 Ontwikkelingen aanvoer consumptiemosselen.....	30
3.3 reconstructie van de mosselbestanden in de winter	32
3.3.1 Kalibratie van het model.....	32
3.3.2 Bestand percelen Waddenzee.....	34

3.3.3	Vergelijking methoden reconstructie mosselbestanden Waddenzee.....	36
3.3.4	resultaten perceelbestanden in de winter	38
3.3.5	Resultaten wilde mosselbestanden in de winter.....	39
3.4	Visserij, import en verplaatsing van mosselen van Waddenzee naar Oosterschelde ..	40
3.5	Relatie visserij - mosselzaadval.....	44
3.6	Wild versus percelen	45
4	Discussie.....	48
4.1	Mosselbestanden op percelen en in het wild in het sublitoraal van de Waddenzee	48
4.2	Visserijeffecten op mosselzaadval	49
4.3	Kweek in Waddenzee versus Oosterschelde	51
4.4	Totaal mosselbestand in relatie tot kweek.....	52
4.5	Relatie mosselkweek, mosselbestand en eidereenden in jaren van schaarste.....	54
5	Conclusies.....	58
	Literatuur	61
	Tabellen	63
	Figuren.....	64
	Bijlage 1. Verslag discussiemiddag mosselkwekers over effecten mosselvisserij	69
	Bijlage 2. Omvang en ligging van de mosselbestanden op de kweekpercelen in het sublitoraal van de Waddenzee m.b.v. VA-gegevens.	75
	Bijlage 3: Basis getallen	81
	Bijlage 4. Commentaar Auditcommissie & verwerking	82

Samenvatting

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.

Reconstructiemodellen

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 halfwasmosselen 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 steevast tot jaren met nauwelijks aanvoer twee jaar daarna, hetgeen niet overeen komt met de praktijk.

In de praktijk bestaat de aanvoer uit twee en drie jarige mosselen. Ook wordt vaak een klein deel van een bepaalde jaarklas al aangevoerd op 1-jarige leeftijd. Op basis hiervan is een nieuw rekenmodel 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 het zelfde 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 drie-jarige 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 drie-jarige 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. Incidenteel worden er in de Westerschelde en Voordelta kleine hoeveelheden zaad gevonden om in de Oosterschelde te worden uitgezaaid. 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. Dit heeft 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-er 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.

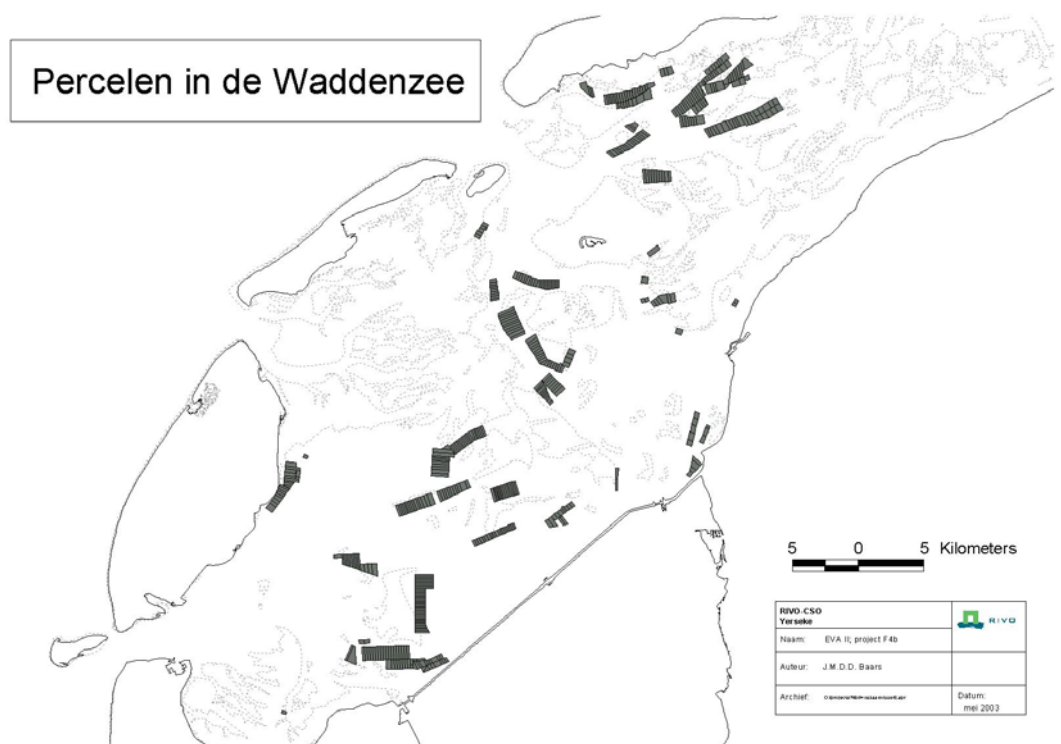
1 Inleiding

In dit onderdeel van EVAII wordt de invloed van de mosselzaadvisserij en -kweek op de omvang van het mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee behandeld. Het gaat hierbij vooral om een beter inzicht in de omvang van de mosselbestanden op de percelen in de winterperiode, i.v.m. de voedselsituatie voor eidereenden, en de lange termijneffecten van mosselvisserij op het totaalbestand aan mosselen in de Waddenzee.

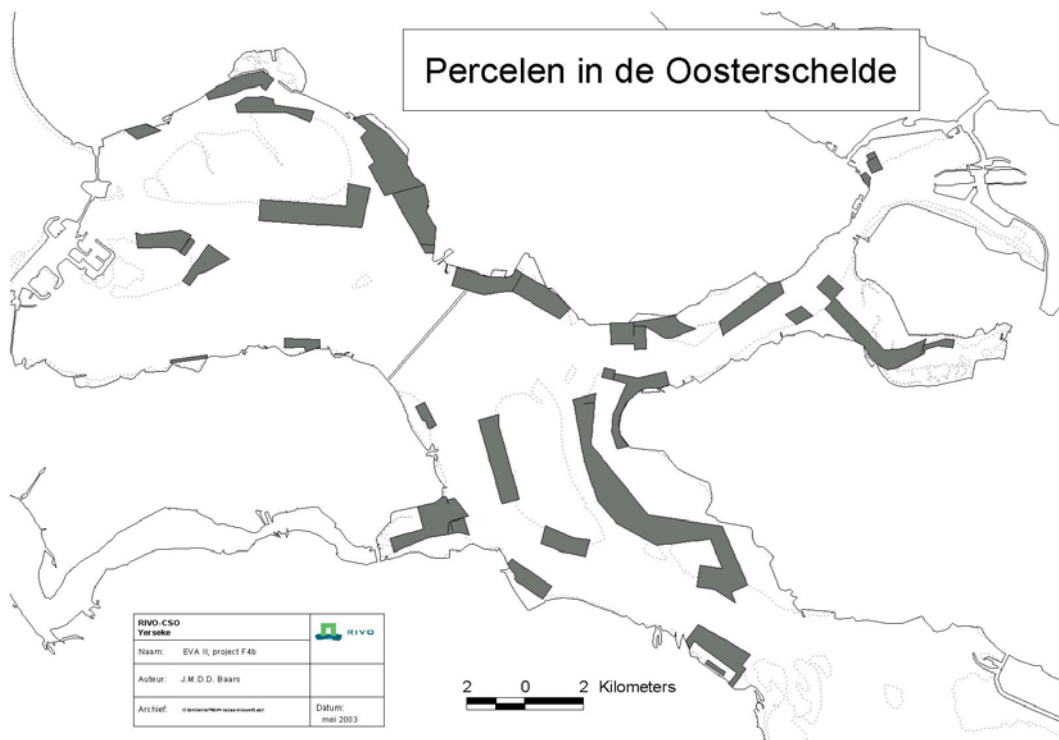
1.1 Overzicht mosselvisserij en -kweek

De mosselkweek gaat uit van wilde mosselen als grondstof. Deze worden bevestigd in voor- en najaar. De opgeviste zaadmosselen worden vervolgens naar kweekpercelen gebracht in de Oosterschelde en Waddenzee (zie figuur 1 en figuur 2). Na 2-3 jaar worden deze mosselen als consumptie mosselen aangeleverd aan de veiling in Yerseke.

De mosselvisserij en -kweek biedt werk aan ongeveer 220 mensen (2000). Dit betreft een 58 bedrijven met 73 schepen (2000). De werkgelegenheid in de mosselverwerking bedraagt naar schatting 360 mensjaren, waarvan 310 in de vershandel (Salz et al. 2001).



Figuur 1. Ligging van mosselpercelen in de Waddenzee (heden). Het areaal percelen in de Waddenzee bedraagt 7625 ha.



Figuur 2. Ligging van mosselpercelen in de Oosterschelde (heden). Het areaal percelen in de Oosterschelde bedraagt 3900 ha.

1.2 Probleemstelling

Over de visserij en kweek van mosselen is een aantal sets van gegevens beschikbaar:

- Gegevens over de veilingaanvoer zijn beschikbaar sinds 1935
- De mosselzaadvis gegevens worden sinds 1991 bijgehouden door het Productschap Vis (mosselkantoor) in opdracht van de PO Mosselcultuur; Tevens zijn zaadvisgegevens beschikbaar vanuit enquêtes over de periode 1984 t/m 1991, verzameld door Alterra.
- Het RIVO maakt sinds 1992 bestandsschattingen in het voorjaar voorafgaand aan de mosselzaadvisserij. Sinds 1996 wordt op basis van proefbevissingen met een mosselkor ook een “expert judgement” bestandsschatting gemaakt in het najaar voorafgaand aan de mosselzaadvisserij.
- In het kader van EVAII-project F6 (Dankers et al., 2003) is een reconstructie gemaakt van het mosselbestand op de platen.

Dit betekent dat de input en output van het mosselkweekproces op hoofdlijnen bekend zijn, zeker voor wat betreft het afgelopen decennium. Echter, een goed overzicht van de kweekactiviteiten op de percelen en daarmee een goede schatting van het bestand aan mosselen op de percelen ontbreekt.

Zo worden mosselen verplaatst van Waddenzee naar Oosterschelde. Ook worden mosselen geïmporteerd vanuit Duitsland en uitgezaaid op percelen in de Oosterschelde en de Waddenzee voor opgroei tot consumptiemosselen. Alleen Duitse en Deense wadmosselen mogen op grond van de LNV Beleidslijn “verplaatsing schelpdieren” worden uitgezaaid in de Nederlandse Waddenzee. Mosselen afkomstig uit andere gebieden mogen op grond van de beleidslijn niet worden uitgezaaid in de Nederlandse Waddenzee. Uitzaaai in Oosterschelde en andere kustwateren is aan regels gebonden. Kwantitatieve gegevens over de omvang van deze verplaatsingen zijn schaars.

Verder constateren mosselkwekers en visserijkundig ambtenaren een verlaging van het kweekrendement op de Waddenzee als gevolg van het ondieper en daarmee stormgevoeliger worden van percelen. Dit komt tot uitdrukking in de waardering van percelen in termen van TPW's (Theoretische Productie Waarden), welke bepalend zijn voor de huurwaarde van percelen.

De vraag is dus wat het mosselbestand is geweest in het wild en op de percelen in het najaar in de Waddenzee, mede gezien deze ontwikkelingen, en wat de relatie is tussen de voedselsituatie van eidereenden en mosselkweek.

Vooruitlopend op voorliggende studie is al eerder een reconstructie gemaakt van het mosselbestand op de percelen onder de aannames van een kweekcyclus van 2 jaar (zaad geboren in jaar j wordt geleverd in jaar $j+2$) en een kweekrendement van zaad:halfwas:consumptiemaat = 1:1:1. Deze reconstructie heeft een belangrijke rol gespeeld in discussies rond mosselkweek, o.a. in het artikel van Camphuysen (et al. 2002) en Ens et al. (2002), waarin een relatie werd gelegd tussen de mosselvisserij en –kweek en de sterfte van eidereenden. In deze rapportage wordt bekeken in hoeverre deze reconstructie verbeterd kan worden.

1.3 Onderzoeksvragen en doel

Het onderzoek is gericht op:

1. RECONSTRUCTIE MOSSELBESTANDEN SUBLITORAAL AFGELOPEN DECENNIA:

- a) Wat is de omvang van de wilde mosselbestanden in het sublitoraal van de Waddenzee?
- b) Wat is de omvang van de mosselbestanden op de kweekpercelen in het sublitoraal van de Waddenzee?
- c) Wat is de flux aan mosselen van wild naar perceel naar markt, van Waddenzee naar Oosterschelde en van buitenland naar Nederland?

2. EFFECTEN MOSSELVISSERIJ EN -KWEK:

- d) In hoeverre beïnvloedt de mosselzaadvisserij en –kweek de mosselzaadval in het sublitoraal van de Waddenzee? Het gaat hierbij om zowel lokale als Waddenzee-brede effecten.
- e) Welk deel van het wilde mosselbestand wordt opgevist voor kweek op percelen?
- f) Hoeveel mosselen (biomassa) ontstaan door kweek en zijn er veranderingen opgetreden in kweekrendementen?
- g) In hoeverre beïnvloedt de mosselvisserij en –kweek het totale mosselbestand in het sublitoraal van de waddenzee?

In aanvulling op datgene wat in dit rapport is beschreven aan analyses, heeft ook een discussie plaatsgevonden met mosselkwekers naar aanleiding van de bovenstaande vragen. Een verslag van deze discussie staat in Bijlage 1

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschikbare datasets

De reconstructie van de mosselbestanden op de percelen en de invloed van mosselvisserij en –kweek is gebaseerd op de volgende datasets:

2.1.1 Mosselzaad blackbox gegevens

Tijdens het zaadvissen wordt d.m.v. een blackbox nauwkeurig geregistreerd wie, waar, wanneer en hoe lang er wordt gevist. Deze blackbox is bij elk schip aanwezig dat deel neemt aan de zaadvisserij en registreert de snelheid van het schip als afgeleide van GPS signalen. Aan de hand van de snelheid wordt de status van het schip bepaald: stil liggen ($< 0.67 \text{ m.s}^{-1}$), vissen ($0.67\text{-}3.60 \text{ m.s}^{-1}$) of varen ($>3.60 \text{ m.s}^{-1}$). Per status wordt een verschillend registratie interval gehanteerd: tijdens het vissen wordt de locatie van het schip frequenter geregistreerd (elke 6 seconden) dan tijdens het liggen (elke 15 minuten).

Alle blackbox gegevens worden verzameld door DCI-Electronics en samengevat in een puntenkaart op basis van een regelmatig grid. Hierbij wordt door DCI per punt/locatie de gemiddelde visduur over het seizoen berekend aan de hand van het aantal blackboxregistraties rond individuele punten. De afstand tussen deze punten varieert: Op de x-as is het interval tussen de punten 30 (vj 1996 en nj 1996) en 6 (1997 t/m 2002) geografische seconden; op de y-as 15 (vj 1996 en nj 1996) en 6 (1997 t/m 2002) geografische seconden.

De blackbox is ingesteld in 1996. Sinds 1 april 1998 is de black box volgens het visplan van de PO Mosselcultuur ook verplicht voor de visserij op de percelen. Vanaf het voorjaar van 1996 tot het voorjaar van 2002 zijn dus blackbox gegevens beschikbaar van zowel voorjaarsvisserij als najaarsvisserij. In het najaar van 1998 en 2000 is niet gevist. Een uitgebreide beschrijving van deze gegevens wordt gegeven in onderdeel A1 van EVAII (Kamermans et al, 2003).

2.1.2 Theoretische Productie Waarde (TPW)

De kwaliteit van mosselpercelen in de Waddenzee en Oosterschelde wordt om de 3 a 4 jaar bepaald door visserijkundig ambtenaren van LNV. Per perceel wordt in dit verband een theoretische productie waarde berekend (in mosselton). Deze theoretische productie waarde (TPW) wordt berekend aan de hand van het totaal bezaaibare oppervlak per perceel en de gebruiksmogelijkheden van de percelen:

Klasse	Gebruiksdoel	Waardering (mosselton/ha)
3	Laagste kwaliteit grond Opslag mosselzaad Natuurlijke mosselzaadval	62
2	Halfwasgrond Opgroei voorafgaand aan verplaatsing naar productiegronden	83.3
1C	Productiegrond, minste kwaliteit	150
1B	Productiegrond, gemiddelde kwaliteit	250
1A	Productiegrond: beste kwaliteit	400

Het bezaaibaar oppervlak en gebruik van percelen worden bepaald mede aan de hand van gerichte bemonsteringen (zie VA-gegevens hieronder). De TPW waardering wordt op basis van deze gegevens en expert judgement vastgesteld en kan worden beschouwd als een inschatting van productieverwachtingen in termen van consumptie-mossel equivalenten. De TPW's spelen een belangrijke rol bij de vaststelling van de huurprijs van percelen die kwekers betalen aan de overheid. TPW gegevens zijn beschikbaar voor de jaren 1985, 1989, 1994 en 2002.

2.1.3 VA gegevens

Visserijkundig Ambtenaren (VA's) verzamelen gegevens over de kwaliteit en het gebruik van percelen ten behoeve van een bepaling van de TPW: Door middel van één of meerdere trekken met een kleine mosselkor van ca. 1 meter breed, wordt bepaald wat er op een bepaald moment aan mosselen op een perceel ligt (volle kor, lege kor, halfvol; zaad, halfwas, consumptiemosselen). Verder worden bijzonderheden als de aanwezigheid van zeesterren genoteerd. Het betreft hier geen aselechte bemonstering: er wordt doelgericht gemonsterd op percelen waarvan men weet en/of vermoedt dat er mosselen aanwezig zijn. Ook wordt er niet regelmatig door het jaar bemonsterd, en wordt de bemonsteringsinspanning mede beïnvloedt door andere verplichtingen van de VA's. De aldus verkregen bezetting moet dan ook meer als een index/expert-judgement schatting dan als een werkelijk kwantitatieve bestandsopname gezien worden.

Deze gegevens waren beschikbaar op papier. Al deze gegevens zijn in een Access database ingevoerd en aldus elektronisch beschikbaar gemaakt voor de periode 1982-heden (totaal 19276 trekken).

2.1.4 *Import halfwas-mosselen*

In Nederland wordt door een beperkt aantal handelaren halfwasmosselen gekocht, die naar Nederlandse percelen worden gebracht voor verdere opkweek. Nadat deze mosselen zijn uitgegroeid worden ze als Nederlandse mosselen aangeleverd aan de veiling. Het betreffen import mosselen (halfwas of kleine consumptie mosselen) afkomstig uit Sleeswijk Holstein en Neder Saksen.

Van de meeste handelaren is informatie verkregen over de datum van import, naar welk gebied (Waddenzee of Zeeland) de geïmporteerde mosselen zijn verzaaid, hoeveel er is geïmporteerd en in welk jaar er is of wordt geleverd aan de veiling. De leveringen van één handelaar zijn gereconstrueerd vanuit gegevens van de afnemers zelf. Alle gegevens zijn geleverd als netto getallen (zonder tarra), met uitzondering van 1 handelaar. Deze heeft bij de bruto gegevens het tarrapercentage toegevoegd.

De gegevens zijn vanaf 1995 t/m 2002 compleet, voor zover kon worden nagegaan. De gegevens van 1992 t/m 1994 zijn incompleet, aangezien deze dataset gegevens bevat van slechts 4 van de vijf handelaren. Voor 1992 werden niet/nauwelijks geïmporteerde mosselen uitgezaaid voor opgroei op percelen in de Waddenzee (H.Kosten, veilingmeester; handelaren; pers. inf.).

2.1.5 *Mossel leveringen aan de veiling*

De mosselleveringen aan de veiling zijn na toestemming van de kwekers digitaal aangeleverd door het mosselkantoor/Productschap Vis. Per levering is er informatie beschikbaar over de datum en herkomst van een levering, de hoeveelheid mosselen (Mt bruto), tarra (%), percentage pokken, aantallen slippers (muiltjes, *Crepidula fornicata*), vleespercentage (na koken), aantal, en lengte-frequentie verdeling. Deze gegevens zijn beschikbaar op dit detailniveau sinds 1986 voor 78% van het aangeleverde mosselbestand (niet alle kwekers hebben toestemming gegeven).

Gegevens over de totaal bestanden aangeleverde mosselen uit Oosterschelde, Waddenzee en Buitenland zijn beschikbaar sinds 1935. Merk op dat deze import (consumptie) mosselen verschillen van de hiervoor behandelde import (halfwas-) mosselen in die zin dat de hiervoor behandelde import mosselen zijn uitgezaaid op percelen voor opgroei en later zijn verkocht als Nederlandse consumptiemosselen.

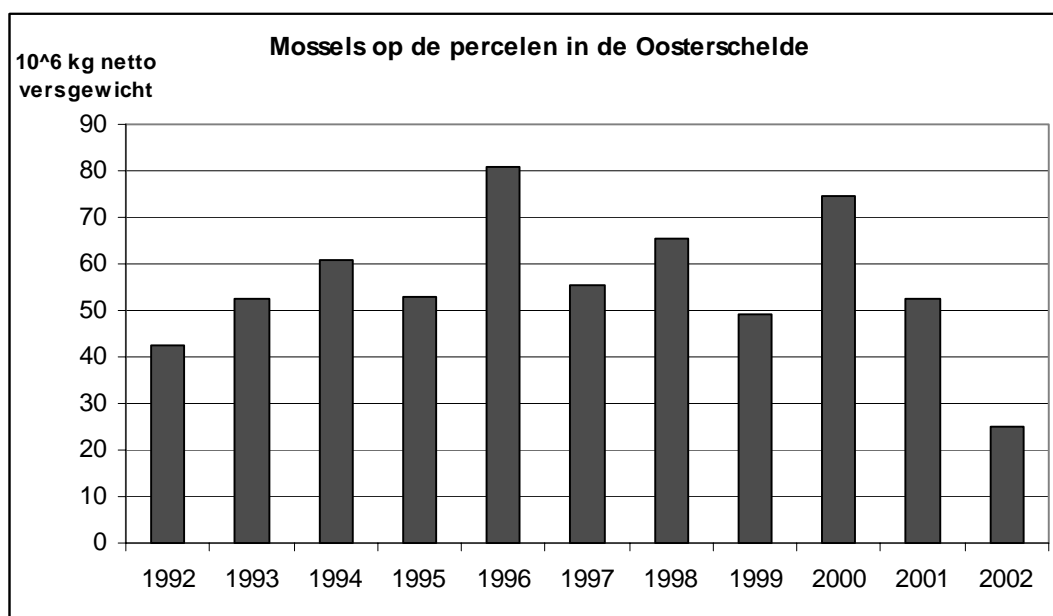
2.1.6 *Zaadvisserij gegevens*

Sinds 1991 worden zaadvisgegevens bijgehouden door het Productschap Vis (mosselkantoor) in opdracht van de PO Mosselcultuur. Dit betreft de hoeveelheden zaad en halfwasmosselen

(bruto) die tijdens de zaadvisserij zijn opgevisst inclusief de uitzaailocaties. Deze gegevens zijn opgesplitst in een voor- en najaarsvisserij. Tevens zijn zaadvisgegevens beschikbaar uit enquêtes van een beperkt aantal vissers over de periode 1984 t/m 1991, verzameld door Alterra (54% van de enquêteformulieren werd geretourneerd). Voor 1988 ontbreken hier de gegevens.

2.1.7 Perceelbemonsteringen Oosterschelde

Ieder voorjaar, rond eind mei, worden, voorafgaand aan de voorjaars-zaadvisserij in de Waddenzee, door het RIVO bemonsteringen uitgevoerd op de percelen in de Oosterschelde. De percelen worden bemonsterd door 5 happen (=1 monster) met een bodemhapper (0,0552m²) te nemen met een totaal oppervlak van 0,276 m² (ongeveer 500-700 monsters per jaar, sinds 1992). Van de aldus verkregen monsters wordt de bodemsamenstelling (slik, zand e.d), het aantal zeesterren, krabben en andere schelpdieren, en het totaal aantal en gewicht van de mosselen genoteerd. Bij de aanwezigheid van meerdere mosselmatten worden deze apart geteld en gewogen. Aan het eind van een dag worden alle zeesterren samen gewogen. (zie figuur 3)



Figuur 3. Mosselen op percelen in de Oosterschelde in het voorjaar op basis van bestandsopnamen met een bodemhapper.

2.1.8 RIVO bestandsopnames voorjaar, Waddenzee

Voor het opstellen van de visplannen voor de voorjaarsvisserij heeft de mosselsector informatie nodig over de ligging en omvang (kg) van de wilde mosselbestanden in de Waddenzee. Deze informatie moet beschikbaar zijn vóórdát de mosselzaadvisserij van start gaat rond mei.

In dit kader voert het RIVO een jaarlijkse survey uit om deze gegevens beschikbaar te maken. Deze inventarisaties werden uitgevoerd sinds 1992 in een periode van ongeveer 4 weken in maart-april. Hierbij werden jaarlijks 335-691 stations bemonsterd vanaf een kokkelschip. De meeste monsters zijn genomen met een zuigkor (>95% monsternames). Dit is een commerciële kokkelzuigkor die is aangepast voor onderzoek, o.a. door inkorting van het mes tot een breedte van 20 cm. Diepere delen van het Wad (>10 m) zijn bemonsterd met een guts (<5% van de monsters). Dit is een metaalgazen box met aan de onderkant een schaaf met een mesbreedte van 10 cm. Beide apparaten werden voortgetrokken over een afstand van ongeveer 150-100 meter, waarbij een oppervlakte werd bemonsterd van respectievelijk $(0.2 \cdot 150 =) 30 \text{ m}^2$ en $(0.1 \cdot 100 =) 10 \text{ m}^2$, tot een diepte van 7 cm. De posities van de monsternames werden bepaald met Decca/Syledis (1992-1995) en DGPS (na 1995). Een uitgebreider beschrijving van de opzet en uitvoering van deze survey is voorzien in onderdeel B3 van EVAII (Bult et al, 2003).

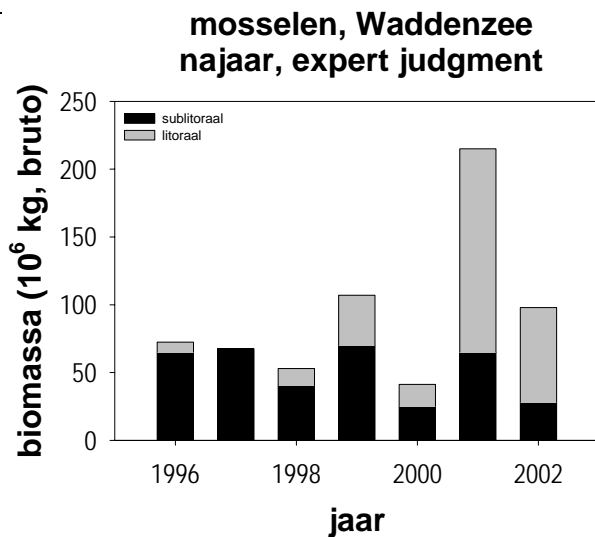
2.1.9 RIVO bestandsopnames najaar, Waddenzee

Sinds 1994 wordt de omvang van de litorale en sublitorale mosselbestanden van de Waddenzee in het najaar geschat door expert-judgement in een periode van 3 weken in augustus-september. (zie figuur 4). Deze najaarsurveys zijn vooral gericht op de bevisbare bestanden en mede daardoor conservatiever dan de (kwantitatieve) voorjaarschattingen.

Het sublitoraal werd hierbij bemonsterd vanaf een mosselvaartuig, m.b.v. een commerciële mosselkor. Deze kor werd over een afstand van 150-300 m voortgetrokken en de vangst geschat in termen van: "beetje", "halfvol", 'kwart', 'vol', etc. Vangsten werden verder gekarakteriseerd in termen van zaad, halfwas, en consumptie. De aanwezigheid van hoeveelheden zeesterren, krabben, dood schelpmateriaal en wier werden ook vaak genoteerd. Alleen die delen van de Waddenzee werden bemonsterd waarvan het vermoeden bestond dat er voor de visserij aantrekkelijke bestanden waren.

Op basis van deze monsternames werd het mosselbestand geschat in termen van bruto mosselbestanden, zonder verdere kwantitatieve analyses.

Een uitgebreider beschrijving van de opzet en uitvoering van deze survey wordt gegeven in onderdeel B3 van EVAII (Bult et al, 2003).



Figuur 4. Wilde mosselbestand in de Waddenzee, najaarschatting verkregen dmv expert judgement, 1996-2002.

2.1.10 Zakboekjes Mosselkwekers

Door de mosselkwekers wordt veelal in zakboekjes bijgehouden waar wat en hoeveel er gevestigd en gezaaid wordt. Door een 6-tal kwekers zijn dergelijke zakboekjes beschikbaar gesteld. Deze gegevens zijn niet verwerkt in een elektronische database, vooral omdat het format en opgetekende informatie sterk uiteenliep (zie: "Analyses: reconstructie van de winterbestanden op percelen" hieronder). Deze informatie is dan ook niet gebruikt in de verdere analyses. Wel was dit mede de aanleiding om een workshop met kwekers te beleggen om op die manier toch gebruik te kunnen maken van beschikbare praktijkkennis. De resultaten van deze workshop zijn opgenomen in deze rapportage (zie bijlage).

2.2 Analyses

2.2.1 reconstructie van de mosselbestanden in de winter op percelen en in het wild

Omdat het zaaien, groeien en oogsten van de mosselen op de percelen een doorlopend en over meerdere jaren verspreid proces is, was het noodzakelijk om een peildatum te kiezen bij het bepalen van de hoeveelheid zaad, halfwas en consumptie mosselen op de percelen. Om de resultaten goed te laten aansluiten bij het EVAII onderdeel B2/3 (Ens & Kats, 2003, Evaluatie van voedselreservering voor Eiders in de Waddenzee) is gekozen voor een peildatum van 31 december.

Een nieuwe reconstructie van de mosselbestanden op percelen kon worden gebaseerd op de VA-gegevens of op basis van zakboekjes:

VA-gegevens betreffen gebiedsdekkende informatie over het gebruik van percelen, verzameld volgens een standaard procedure. Echter, deze gegevens waren niet bedoeld voor een bestandsopname.

De zakboekjes waren beschikbaar van een zestal kwekers. 2-3 van deze zakboekjes waren compleet in die zin dat sterk de indruk bestond dat de meest relevante informatie over vissen en verzaaien consequent was bijgehouden. Echter, de kweekstrategie van kwekers kan sterk verschillen, afhankelijk van o.a. beschikbare percelen, grootte van het bedrijf, persoonlijke voorkeuren en inschattingen, en overige bedrijfsvoering. Informatie vanuit 2-3 complete zakboekjes is daarmee naar verwachting weinig representatief.

Bij aanvang van het project is besloten om de VA-gegevens elektronisch beschikbaar te maken, i.p.v. de zakboekjes, vooral omdat tijd en middelen beperkt waren en omdat de verwachting was dat de VA-gegevens meer op zouden leveren voor EVAI, niet alleen m.b.t. dit onderdeel maar ook m.b.t. een beter begrip van de verspreiding en voedselsituatie van de eidereend.

Aan het eind van het project bleek echter dat het niet mogelijk was om te komen tot een betere bestandsschatting door gebruik van de VA-gegevens, mede door de selectieve wijze van bemonsteren en de wisselende spreiding van de monsterinspanning over de tijd. Een afgewogen keuze tussen alternatieve reconstructies was dus niet mogelijk door ijking met de VA-gegevens. (zie Bijlage 2)

Daarom is de uiteindelijke reconstructie en analyses gebaseerd op alleen de veiling-, survey-, en visserijgegevens en een aantal aannames over conversie en kweekduur, in een benadering die zo dicht mogelijk blijft bij de beschikbare data, met een minimum aan aannames en verdere berekeningen:

2.2.1.1 basisgegevens

- bestandsopnamen voorjaar, vanaf 1992, kwantitatief
- bestandsopnamen najaar, vanaf 1995 (sublitoraal) en 1994 (litoraal), expert judgement
- vangsten zaadvisserij, geregistreerd t.b.v. visplan vanaf najaar 1992 (voor zover er gevestigd is)
- vangsten vóór 1992: enquêtes ALTERRA, (betrouwbaarheid mogelijk meer beperkt, dit naar aanleiding van het feit dat analyses op basis van de enquêtes soms opmerkelijke uitkomsten lieten zien)
- aanvoer van consumptiemosselen uit de Oosterschelde en Waddenzee (veiling Yerseke)
- import van buitenlands halfwas t.b.v. kweek
- bestandsschattingen percelen Oosterschelde zoals verzameld met een bodemhapper.

-
- NIET GEBRUIKT/BESCHIKBAAR: teruglevering fondsmosselen (niet-verkochte mosselen en daarom door de veiling opgekocht), gezaaid in Oosterschelde, werkelijke samenstelling zaadvangsten, consultatie/zakboekjes kwekers

2.2.1.2 Opwerking basisgegevens: tarra

Alle bruto bestand- en vangstgegevens zijn omgerekend naar netto hoeveelheden versgewicht uitgaande van 40% tarra in opgevist zaad en 25% in halfwas.

2.2.1.3 Opwerking basisgegevens: aandeel zaad in de vangst

Uitgaande van de samenstelling van het bestand in het voorjaar zijn de vangsten (kg netto) tijdens de zaadvisserij omgerekend naar hoeveelheden (kg netto) zaad en meerjarige mosselen. De praktijk leert echter dat procentueel meer zaad wordt opgevist dan op basis van de bestandsamenstelling zou worden verwacht. Dit heeft meerdere oorzaken:

- Vanuit een kilo zaadmosselen kan uiteindelijk relatief veel consumptiemosselen worden gekweekt. Zaadmosselen zijn om die reden aantrekkelijk. Ook speelt dat vissers een voorkeur hebben voor het bevissen van mosselmaten waar op dat moment weinig van beschikbaar is. Bijvoorbeeld, als halfwasmosselen ruim voorhanden zijn op de percelen dan zal men bij voorkeur vissen op zaadmosselen.
- Mosselen die in dichtheden liggen die te laag zijn om te bevissen betreffen veelal meerjarige mosselen.
- Zaad groeit tussen de inventarisatie en (het eind van) de zaadvisserij vaak aanzienlijk (>2x zo groot).

Het verband tussen het aandeel zaad in de vangstvoorspellingen op basis van de bestandsopnamen en het werkelijk aandeel in de vangst is bekend voor de periode 2001 – 2003. Bij de berekening van het aandeel zaad in de behaalde vangsten in de jaren voor 2001 zijn de bestandsgegevens met dit verband gecorrigeerd.

2.2.1.4 rekenmodellen

Oude eenvoudige model

Een globale schatting van de grootte van mosselbestanden kan worden berekend op basis van de alleen de aanvoer van consumptiemosselen, waarbij wordt uitgegaan van een twee jarige kweekcyclus, en een kweekrendement van mosselzaad naar halfwas naar grote mosselen in een verhouding 1:1:1. Deze benadering is een sterke versimpeling van de werkelijkheid, maar heeft als voordeel dat tot ver in het verleden een schatting kan worden gemaakt van het

mosselbestand, omdat alleen aanvoergegevens nodig zijn. Voor de Waddenzee zijn aanvoergegevens beschikbaar vanaf 1955. Bij de realiteitswaarde van deze benadering kunnen echter kanttekeningen worden geplaatst. In deze benadering zouden goede en slechte jaarklassen zich 1 op 1 vertalen in goede en slechte aanvoeren (kg) twee jaar na de zaadval. Jaren zonder zaadval resulteren dan in jaren zonder aanvoermogelijkheden, hetgeen in de praktijk niet voorkomt. In tegendeel. De kwekers nemen juist allerlei maatregelen om dit te voorkomen. In dit rapport is daarom een nieuw rekenmodel ontwikkeld, in een aantal varianten, waarin beter rekening wordt gehouden met de praktijk binnen de mosselvisserij. Het oude, eenvoudige model, wordt in dit rapport verder aangeduid als het "oude model". De varianten van de nieuw aanpak wordt verder aangeduid als het "nieuwe model".

Ontwikkeling nieuwe model

Het is bekend dat kwekers op fluctuaties in de zaadval anticiperen en de aanvoer bufferen. Deze buffering vindt plaats doordat:

- Een deel van het in jaar j geboren zaad in jaar $j+1$ al groot genoeg is om te kunnen worden geleverd. Deze mosselen moeten daarvoor wel op de allerbeste percelen worden uitgezaaid en worden aangevoerd als de zogeheten "jonge" of "zomer" mosselen.
- Mosselen op percelen met een mindere groei in jaar $j+2$ op zich wel al net zouden kunnen worden geleverd, maar de kweker toch besluit de mosselen te bewaren tot het jaar daarop. Verwachtingen over vraag en aanbod en daarmee de prijzen in het lopende en komende leveringsseizoenen zijn daarbij sturend.
- Mosselen worden uitgezaaid op "bewaargrond" dit waren de droogvallende percelen in de Oosterschelde en een aantal percelen in de Waddenzee. Voor deze mosselen wordt vooraf dus al de keuze gemaakt de levering ervan uit te stellen door ze uit te zaaien op een plaats met een wat mindere groei.

In het "nieuwe rekenmodel" is met dit kweekgedrag rekening gehouden door te veronderstellen dat van een bepaalde jaarklas j aanwezig op de percelen:

- 10% wordt geleverd als jonge mosselen in jaar $j+1$ (=10% van de op de percelen aanwezige biomassa van deze jaarklas in het najaar $j+1$)
- van het resterende deel van deze jaarklas na groei 50% wordt geleverd in jaar $j+2$
- en wat daarvan overblijft in jaar $j+3$

In de berekening doorlopen de opeenvolgende jaarklassen (cohorten) deze kweekcyclus, inhoudende: het zaaien vanuit het wild op de percelen in de vorm van zaad en halfwas; de sterfte in de winter, groei in de zomer en afvoer van mosselen naar de veiling in Yerseke. In deze berekeningen zijn vaste conversies voor groei en sterfte gebruikt. Een deel van de zaadval

vindt plaats op de kweekpercelen. Op basis van informatie van kwekers en visserijkundig ambtenaren wordt dit ingeschat op 10% van de totale hoeveelheid beschikbaar zaad.

Verder wordt er bij de berekening van het bestand op de peildatum van 31 december van uitgegaan dat:

- de zaadvisserij in het najaar inmiddels heeft plaatsgevonden
- alle te leveren consumptiemosselen uit de Waddenzee dat seizoen ook zijn geleverd (dus ook de mosselen die worden geleverd in de periode januari-april volgend op de peildatum van 31 december)
- alle eventuele verplaatsingen naar de Oosterschelde zijn afgerond.

Dit resulteert in het volgende model:

- najaar (j): zaad naar/op percelen = vangst zaad in najaar(j) + 10% x (vangst zaad najaar (j)+voorjaar(j+1))
- voorjaar (j+1): zaad voorjaar(j+1) = 70% van het bestand in het najaar(j) + zaadvangst voorjaar(j+1)
- najaar (j+1): halfwas najaar(j+1) = 3 x zaad voorjaar(j+1) + halfwasvangst najaar(j+1). Van deze hoeveelheid wordt 10% geleverd als jonge mosselen.
- voorjaar(j+2): halfwas voorjaar(j+2) = 80% x (halfwas najaar(j+1) – 10%) + halfwasvangst voorjaar(j+2)
- najaar (j+2): halfwas+cons najaar(j+2) = 1.25 x halfwas voorjaar(j+2). Van deze hoeveelheid wordt 50% geleverd als consumptiemosselen.
- voorjaar(j+3): groot-halfwas voorjaar(j+3) = 80% x (groot halfwas najaar(j+2) – 50%)
- najaar (j+3): consumptie najaar(j+3) = 1 x groot halfwas voorjaar(j+3). Deze mosselen worden allemaal geleverd als consumptiemosselen.

De genoemde conversies en percentages zijn in eerste instantie gekozen op basis van expert judgements en op basis van de eenmalige kwantitatieve (her)bemonstering zoals die heeft plaatsgevonden in het najaar van 2000 en voorjaar van 2001. Uitgangspunt was daarbij dat van een bepaalde hoeveelheid netto zaad op jaarbasis een dubbele hoeveelheid halfwas wordt geproduceerd; bij de kweek van halfwas naar consumptie op jaarbasis de biomassa niet meer toeneemt en dat het “bewaren” van consumptie mosselen gepaard gaat met een verlies aan biomassa.

Het model is vervolgens handmatig afgeregeld zodanig dat de voorspelde gemiddelde aanvoer gelijk is met de werkelijke aanvoer in de Oosterschelde en Waddenzee samen. Daartoe zijn de conversies voor de groei in de zomer per jaarklas naar rato opgehoogd. Het model is gekalibreerd voor zowel de periode vanaf 1995 als vanaf 1992. Dit onderscheid is gemaakt

omdat gegevens over de zaadvisserij van voor 1992 onbetrouwbaar zijn en effecten daarvan doorwerken tot in de aanvoer van 1994. De verschillende varianten worden in figuren en tabellen aangegeven als MT92 en MT95 (Model Totale Gebied jr)

De omvang van het bestand op percelen en de samenstelling wordt verkregen door in enig jaar de berekende biomassa's die de verschillende cohorten op dat moment vertegenwoordigen bij elkaar op te tellen. Deze berekening is mogelijk voor het voor- en najaar.

2.2.1.5 Bestand op percelen in de Waddenzee

De kweek van mosselen in de Oosterschelde vindt voor een belangrijk deel plaats met mosselen die in de Waddenzee hun oorsprong hebben. Tijdens de mosselzaadvisserij in de Waddenzee wordt een deel van de vangst al direct naar percelen in de Oosterschelde gebracht. Zaadvangsten in de Oosterschelde worden altijd in de Oosterschelde uitgezaaid. Maar ook buiten de zaadvisserij worden zaad en halfwasmosselen, afkomstig van percelen in de Waddenzee, naar de Oosterschelde getransporteerd. Helaas is over deze laatste hoeveelheden geen informatie beschikbaar. Wel worden vanaf 1992 jaarlijks bestandsopnamen op percelen in de Oosterschelde uitgevoerd met een bodemhapper. Deze opnamen vinden plaats in juni, kort na de voorjaars-zaadvisserij.

Op basis van deze schattingen, de gezaaide hoeveelheden tijdens de zaadvisserij, is berekend welke aanvullende hoeveelheid mosselen nodig moet zijn geweest om de aanvoer van consumptiemosselen uit de Oosterschelde te kunnen realiseren. Deze hoeveelheid moet dus in de Waddenzee zijn opgevist en naar de Oosterschelde zijn gebracht. De berekening is uitgevoerd in twee varianten: (1) uitgaande van een voorkeur van kwekers om alleen halfwasmosselen naar de Oosterschelde te verplaatsen (voor zover beschikbaar), en (2) voor de situatie zonder voorkeur, waarbij de samenstelling van de verzaaide mosselen een afspiegeling is van de voorraden op de percelen in de Waddenzee.

Het model is vervolgens voor alleen de Waddenzee opnieuw doorgerekend met daarin de in de Oosterschelde uitgezaaide hoeveelheden zaad- en halfwasmosselen als verliespost. Het model simuleert daarmee de ontwikkeling van het mosselbestand op percelen in de Waddenzee, en voorspelt daarmee specifiek de aanvoer van mosselen uit de Waddenzee. Dit levert de modelversies MW92 en MW95. In combinatie met wel of geen voorkeur voor halfwas in de Oosterschelde resulteert dit in 4 scenario's.

2.2.1.6 Vergelijking methoden reconstructie mosselbestanden

Bestandsopnamen en goede zaadvisgegevens zijn pas beschikbaar vanaf 1992. Het nieuwe model kan dus alleen voor de jaren vanaf 1992 worden gebruikt. Voor de periode voor 1992 zijn alleen aanvoergegevens bekend. Om over langere tijdseries over de bestandsontwikkeling

van mosselen in de Waddenzee te beschikken is blijft het daarom aantrekkelijk vanuit de aanvoer een terugberekening te maken naar bestandsgroottes, zoals dat met het oude model al gebeurde. Het oude model is daarom opnieuw beschouwd, maar waarbij het is doorgerekend met de gemiddelde productieverhoudingen zoals die na calibratie uit in het nieuwe model konden worden afgeleid. De voorspellingen met verschillende methoden zijn vervolgens onderling vergeleken.

Een complicatie bij de calibratie van het nieuwe model is dat bestandsopnamen in het najaar in het algemeen leiden tot een onderschatting van het bestand. Dit heeft te maken met de gekozen aanpak (niet alles wordt bekeken) en de bestand beoordeling (expert judgements, met een premie op voorzichtigheid i.v.m. de kans op problemen bij overschattingen bij de uitvoering van visplannen). Bestandsgroottes in het najaar zijn daarom berekend op basis van de voorjaarsinventarisaties, waarbij met dezelfde als in het model gebruikte conversies is teruggerekend naar het voorgaande najaar.

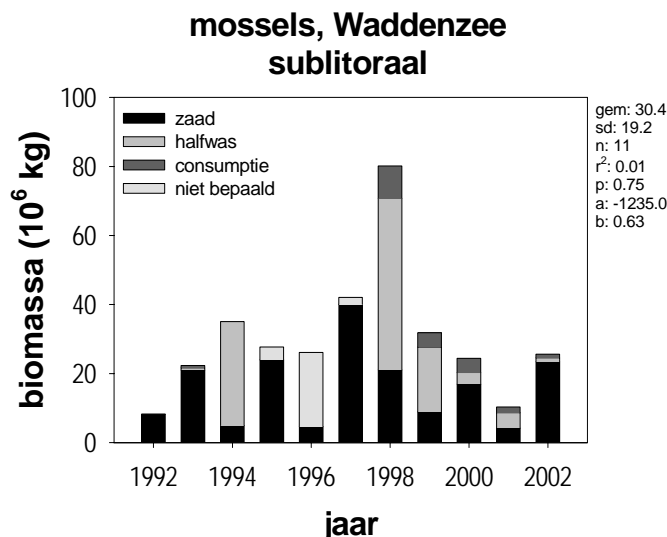
2.2.2 Import en visserij in voor en najaar

Per jaar en per seizoen (voorjaar, najaar) werd bepaald wat de mosselbestanden waren in het wild in het sublitoraal van de Waddenzee. Voor het voorjaar werd hierbij gebruik gemaakt van de RIVO surveys. Voor het najaar werd hierbij gebruik gemaakt van de gegevens die hierboven zijn beschreven (reconstructie mosselbestanden najaar).

Op basis van deze gegevens en gegevens over de zaadvisserij in voor en najaar werd de visserijdruk bepaald in termen van het percentage van het bestand dat is opgevist en verplaatst naar de percelen. De zaadvisserijgegevens uit de enquêtes (periode 84-90) zijn hierbij eerst gecorrigeerd, omdat niet alle vissers de enquêtes hebben geretourneerd (gemiddeld 54% tergmeldingen, visseizoen 1988 ontbreekt). Voor het verkrijgen van een totaalplaatje van de input van het kweekproces werd de omvang van het bestand import mosselen vergeleken met de omvang van de visserij. Import halfwas mosselen zijn niet gebruikt in de berekening van de visserijdruk.

2.2.3 Ontwikkelingen wilde, sublitorale, mosselbestanden

De enige kwantitatieve gegevens die beschikbaar waren over het wilde mosselbestand in het sublitoraal waren afkomstig van de voor- en najaarssurveys van het RIVO. M.b.v. regressieanalyses is gekeken of trends in deze bestanden aanwezig waren. (zie figuur 4 en figuur 5)



Figuur 5. Wilde mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee, voorjaar 1992-2002.

2.2.4 Visserijeffecten op zaadval

Probleem bij een analyse van effecten van visserij op mosselzaadval is dat de zaadval (mei-juli) eerst in het daaropvolgende najaar bevestigd wordt, voordat een kwantitatieve bemonstering plaatsvindt (voorjaarsurvey RIVO). Immers, de najaarsurvey die voorafgaand aan de najaarsvisserij wordt uitgevoerd levert alleen een expert-judgement van het totaalbestand, i.p.v. kwantitatieve gegevens over de verspreiding van mosselzaad. De mosselgegevens uit de voorjaarsurvey van het RIVO zijn daarmee niet alleen het resultaat van zaadval maar ook van visserij, winterverliezen, groei etc. in de periode daarvoor. Verder zijn er geen gesloten sublitorale gebieden die ook nog worden bemonsterd voor mosselzaad. Dit betekent dat analyse van mogelijke visserijeffecten op zaadval beperkt mogelijk is.

Om deze reden is een eerste analyse uitgevoerd waarbij direct gebruik is gemaakt van de black-box gegevens, zonder verdere gegevens over de verspreiding van mosselzaad, en de voor de hand liggende aanname dat gevist wordt waar mosselen aanwezig zijn: Moran's I, een autocorrelatiefunctie (Legendre 1993, Sokal & Oden 1978A, 1978B), werd berekend voor een reeks van tijd-ruimteschalen. De tijdschalen in deze analyse waren 0, 1, 2, 3 jaar. De ruimteschalen varieerden van 0-10 km.

Een dergelijke analyse geeft inzicht in de voorspelbaarheid van de visserij-inspanning: In hoeverre is een inschatting mogelijk van de inspanning op 1, 100, 1000, etc. meter afstand van een locatie op basis van informatie over de visserij-inspanning op die locatie. In hoeverre is een inschatting mogelijk van de inspanning op een locatie in het volgende jaar op basis van informatie over de visserij-inspanning op die locatie in dit jaar, en combinaties van dergelijke tijd-ruimteschalen.

Een dergelijk inzicht kan vertaald worden naar effecten van visserij op mosselzaadval. Bijvoorbeeld, als visserij een negatief effect heeft op de mosselzaadval in het volgend jaar, gevolgd door herstel, dan zal de autocorrelatiefunctie negatief zijn op een tijdschaal van 1 jaar en positief in jaar $i+2$: goede visserij in jaar i wordt gevolgd door slechte visserij in jaar $i+1$ en weer een goede visserij in jaar $i+2$. Doordat deze autocorrelatiefunctie wordt berekend over een reeks van tijd-ruimteschalen en samengevat in 1 figuur, kan in een oogopslag bekeken worden of dergelijke correlaties optreden en of deze grootschalig of slechts lokaal optreden.

Deze autocorrelatiefunctie is berekend met behulp van de black-box gegevens uit de periode najaar-1996 – voorjaar 2002. Voorafgaand aan de analyses werden de najaars- en voorjaarsgegevens gesommeerd (6 jaar data). De analyses werden vervolgens uitgevoerd op deze data als zodanig en na correctie van de visserijinspanning tot een gemiddelde inspanning van 1 per jaar. Deze laatste analyse was vooral gericht op de relatieve verspreiding van de visserijinspanning en is minder gevoelig voor jaar-jaar variaties in de totale visserijinspanning als gevolg van o.a. variaties in zaadval.

De verkregen blackbox gegevens van DCI-Electronics bevatten alleen visregistraties of vaarbewegingen die de status vissen tot gevolg hebben. Voor het uitvoeren van de analyses wordt er bij de geleverde blackbox-gegevens onderscheid gemaakt tussen activiteiten op percelen, activiteiten bij meetschepen en visduur kleiner dan 10 minuten. Alle blackbox-gegevens waarbij niet aan deze 3 voorwaarden wordt voldaan, werden tijdens de analyse aangemerkt met status vissen.

Omdat de resultaten (zie hieronder) een lokaal effect suggereerden op een tijdschaal van 1 jaar, gevolgd door herstel, is een aanvullende analyse uitgevoerd met de data uit de voorjaarssurvey: Eerst werden alleen die stations geselecteerd waar elk jaar werd gemonsterd. Vervolgens werd met regressieanalyse gekeken of de mosseldichtheden op deze stations oscilleerden op een manier die vergelijkbaar was met de resultaten uit de blackbox analyses.

De blackbox analyses hadden als voordeel dat de ruimtelijke resolutie zeer groot was. De periode (6 jaar) was echter beperkt: voor interpretatie van de data op een tijdschaal van 2 jaar zou je minstens $5 \times 2 = 10$ jaar data moeten hebben. Dit betekent dat de autocorrelatiefunctie beter is te interpreteren m.b.t. het aspect ruimte dan tijd.

De RIVO survey-gegevens hadden als voordeel dat een langere periode kon worden bestudeerd (10 jaar data), hetgeen vooral van belang is voor interpretatie in termen van effect en herstel. Echter, het aantal stations dat elk jaar werd bemonsterd is beperkt en deze stations zijn niet representatief voor de rest van het sublitoraal van de Waddenzee. Verder zijn de monsternames van de voorjaarssurvey het resultaat van zowel zaadval als visserij, waardoor effecten van visserij, zaadval en habitat niet van elkaar te scheiden zijn.

Dit betekent dat interpretatie van de resultaten van beide analyses niet eenvoudig is en dat rekening moet worden gehouden met de voornoemde beperkingen.

2.2.5 *Kweekpercelen versus zaadvisgebieden: groei, zaadval, mortaliteit*

Met behulp van habitatmodellen werd getracht inzicht te krijgen in de mogelijkheden voor groei, zaadval en overleving van mosselen in die gebieden waar de visserij plaatsvindt versus de perceelgebieden:

Met behulp van de voorjaarsgegevens van het RIVO en abiotische gegevens van het RIKZ (jaargemiddeld zoutgehalte (g.l^{-1}), maximale stroomsnelheid (m.s^{-1}), hoogteligging t.o.v. NAP (m), mediane korrelgrootte (μm)), werden habitatmodellen gemaakt voor groei (gemiddeld gewicht zaadmosselen; alleen die locaties meegenomen met meer dan 100 g zaadmosselen per m^2) en biomassa (g.m^{-2} zaadmosselen & mosselen totaal). Deze habitatmodellen werden gemaakt op basis van alle beschikbare data (jaar 1992-2002) en alleen die jaren waaraan voorafgaand geen najaarszaadvisserij had plaatsgevonden (1993, 1998, 2000). Immers, visserij is habitatafhankelijk en daarmee is een scheiding van visserijeffecten en habitateffecten op mosselzaadval lastig.

Voorafgaand aan de analyses werden alle waarnemingen herberekend t.o.v. een gemiddelde groei en dichtheid van 1 per jaar. Hierdoor werd bereikt dat de analyses meer werden gericht op variaties in verspreiding en minder werden beïnvloed door verschillen in bestandsomvang of groei tussen jaren.

Vervolgens werd getracht deze variabelen te relateren aan: Zoutgehalte (g.l^{-1}), Diepte (m), Sediment (mediane korrelgrootte, μm) en Stroming (m.s^{-1}) (als zodanig en gekwadraterd).

Voorafgaand aan deze analyses werd diepte berekend t.o.v. 1 meter boven NAP:

$$\text{diepte}(m)_{\text{nieuw}} = (100 - \text{diepte}(cm\text{NAP})_{\text{oud}}) / 100$$

De habitatmodellen werden ontwikkeld middels deviantieanalyse/Poisson regressie in SAS (GENMOD procedure, stepwise backwards regression, type III). Omdat de gegevens geen count-data betroffen maar gebroken getallen, werd de schaalparameter geschat binnen de gebruikte procedure; $\alpha=0.05$ werd gebruikt als selectiecriteria voor opname van variabelen in het model.

In deze analyses werden de waarnemingen gewogen, afhankelijk van het bijbehorende stratum: bijvoorbeeld, monsternames representatief voor 6 ha wogen mee voor de helft ten opzichte van monsternames representatief voor 12 ha. Hierdoor werd voorkomen dat de habitatmodellen teveel beïnvloed zouden worden door die gebieden waar mosseldichtheden het grootst waren. Immers, juist die gebieden waar mosseldichtheden laag zijn, zouden interessant kunnen zijn in het kader van deze studie.

Aldus werden modellen ontwikkeld van de vorm:

$$dichtheid = e^{(a+b*diepte+c*diepte^2+d*stroomsnelheid_{max}+e*stroomsnelheid_{max}^2+f*zout+g*zout^2+h*medianekorrelg\ rootte+i*medianekorrelg\ rootte^2)}$$

$$groei = e^{(a+b*diepte+c*diepte^2+d*stroomsnelheid_{max}+e*stroomsnelheid_{max}^2+f*zout+g*zout^2+h*medianekorrelg\ rootte+i*medianekorrelg\ rootte^2)}$$

Een habitatmodel voor m.b.t. mortaliteit werd berekend met behulp gegevens uit een eenmalige en aparte kwantitatieve survey, uitgevoerd in het najaar van 2001 na afloop van de najaarsvisserij (van Stralen & Bult, 2002). Deze survey was qua opzet en uitvoering vergelijkbaar met de voorjaarssurveys, alleen werd een beperkter aantal stations bezocht welke ook in het daaropvolgend voorjaar zijn bemonsterd. Per station is de mortaliteit (MORT) geschat per station (s) aan de hand van de dichtheden mosselen (D, g.m²) in voor- (vj) en najaar (nj):

$$MORT = \log(D_{nj,s} + 1) - \log(D_{vj,s} + 1)$$

Het habitatmodel werd vervolgens ontwikkeld middels variantieanalyse in SAS (GLM procedure, stepwise backwards regression, type III). $\alpha=0.05$ werd gebruikt als selectiecriteria voor opname van variabelen in het model.

Aldus werden modellen ontwikkeld van de vorm:

$$MORT = e^{(a+b*diepte+c*diepte^2+d*stroomsnelheid_{max}+e*stroomsnelheid_{max}^2+h*medianekorrelg\ rootte+i*medianekorrelg\ rootte^2)}$$

Ook voor de TPW werd een habitatmodel gemaakt: De TPW gegevens van 2002 werden per perceel gedeeld door het bezaaibare oppervlak. Aldus werd een productiviteitsschatting verkregen per perceel (TPWc, kg.jaar¹.ha⁻¹):

$$TPWc = TPW / \text{bezaaibaar oppervlak}$$

Deze schattingen werden gecombineerd met de voornoemde abiotische informatie op het centrale punt van elk van de percelen. Vervolgens werd een habitatmodel gemaakt zoals

beschreven voor MORT en de variabelen: Zoutgehalte ($g.l^{-1}$), Diepte (m), Sediment (mediane korrelgrootte, μm) en Strooming ($m.s^{-1}$) (als zodanig en gekwadraterd).

Met deze modellen kon de theoretische groei, dichtheden mosselen en mortaliteit worden bepaald op de locaties die zijn gebruikt voor het model (de mosselvisgebieden). Deze waarden werden vervolgens vergeleken met de theoretische groei, dichtheden mosselen en mortaliteit op de centrale punten van de percelen: Wat is de gemiddelde grootte van zaadmosselen en dichtheid van (zaad)mosselen op percelen t.o.v. de plekken waar deze worden opgevist; Wat is de TPWc op locaties waar wordt gevist ten opzichte van de kweekpercelen?

De verwachting was dat met de zaadvisserij en verdere opkweek, mosselen worden verplaatst van gebieden die geschikt zijn voor zaadval, naar gebieden die minder geschikt zijn voor zaadval maar waar de groei en verdere overleving groter zal zijn. Door groei, zaadval en overleving te kwantificeren in een habitatmodel voor de wilde versus de perceelgebieden werd getracht verschillen tussen wilde en perceelgebieden te kwantificeren.

Merk op dat deze analyse een ruwe verkenning betreft. Zo zijn de modellen niet gevalideerd, met name in relatie tot de extrapolatie van "wilde"-gebieden naar perceelgebieden. Wat bij deze analyses vooral belangrijk is, is het totaalbeeld dat uit de verschillende modellen naar voren komt. De individuele modellen zijn in dit verband minder interessant. Ook om deze reden wordt niet uitgebreid ingegaan op de individuele modellen zelf.

3 Resultaten

3.1 Ontwikkelingen wilde sublitorale bestanden

Er waren geen significante positieve of negatieve trends waarneembaar in de voorjaarschattingen van het RIVO (zie figuur 5). De expert-judgement najaarschattingen geven evenmin aanleiding tot de veronderstelling dat langjarige trends aanwezig zijn (zie figuur 4).

De figuren 6 t/m 14 (zie Figuren) geven de visserij inspanning weer voor de periode voorjaar 1996 t/m voorjaar 2002. De visserij inspanning is hierbij uitgedrukt als de tijdsduur dat een schip op een bepaalde locatie is geweest. Uit de figuren valt op te maken dat de visserij activiteiten veelal in dezelfde gebieden plaatsvinden. In het voorjaar is de visserij inspanning groter dan in het najaar.

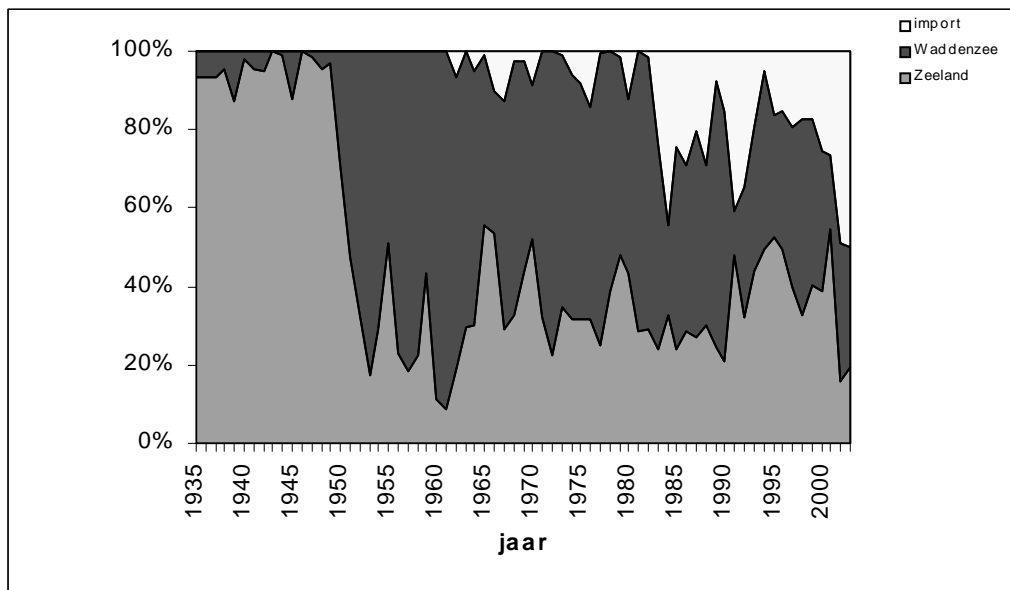
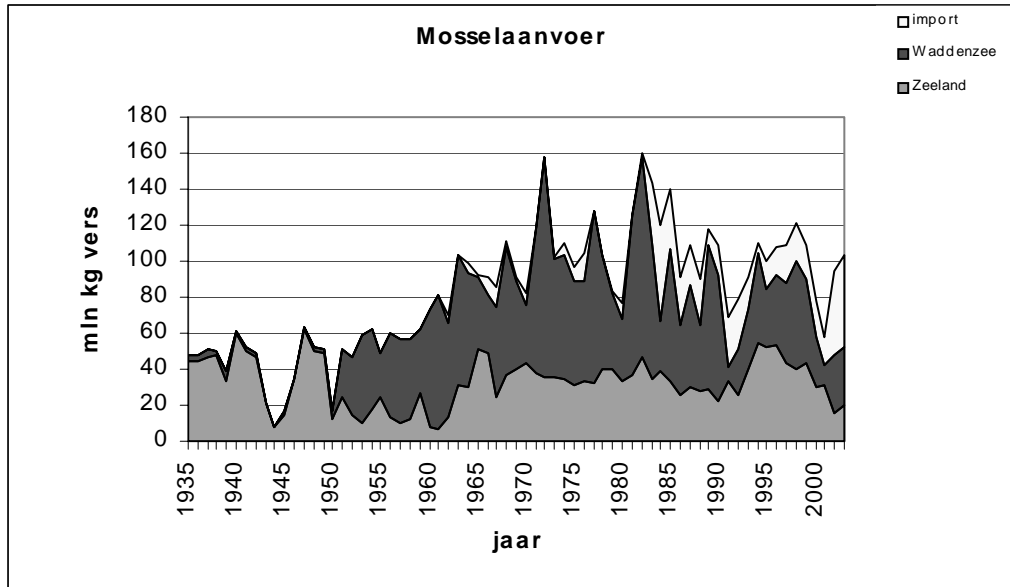
De visserij-inspanning in het najaar is vaak meer gericht op de gebieden waar de mosselen volgens de vissers een grotere kans lopen te verdwijnen door winterstormen. Het gericht bevissen van instabiele voorkomens wordt geregeld in de visplannen. Dit verklaart waarom het diepere en meer beschut gelegen gebied langs de Afsluitdijk in het najaar minder wordt bevestigd dan in het voorjaar.

3.2 Ontwikkelingen aanvoer consumptiemosselen

Na de in gebruik name van de percelen in de Waddenzee begin jaren 50 nam de aanvoer vanuit de Waddenzee toe tot ongeveer driekwart van de mosselproductie in Nederland. Na de voltooiing van de Oosterscheldekering werd dit ongeveer de helft van de Nederlandse productie. (zie figuur 15). Ook werden steeds meer consumptiemosselen geïmporteerd.:

- In de periode 1970-1980 werd jaarlijks gemiddeld 108,8 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 3,9 miljoen kg import, 68,6 miljoen kg uit de Waddenzee en 36,3 miljoen kg uit de Oosterschelde;
- In de periode 1980-1990 werd jaarlijks gemiddeld 117,5 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 21,8 miljoen kg import, 62,3 miljoen kg uit de Waddenzee en 33,5 miljoen kg uit de Oosterschelde;
- In de periode 1990-2000 werd jaarlijks gemiddeld 99,5 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 19,2 miljoen kg import, 37,5 miljoen kg uit de Waddenzee en 42,8 miljoen kg uit de Oosterschelde.

periode	Totale aanvoer (milj. kg)	Aanvoer Waddenzee (milj. kg)	Aanvoer Oosterschelde (milj. kg)	Import (milj. kg)	Nederlandse productie (milj. kg)	% Aandeel Waddenzee
1970-1980	109	69	36	4	105	65%
1980-1990	118	62	34	22	96	65%
1990-2000	100	38	43	19	80	47%



Figuur 15. Nederlandse productie van mosselen op basis van veiling gegevens, weergegeven in biomassa (netto) en percentueel.

3.3 reconstructie van de mosselbestanden in de winter

3.3.1 Kalibratie van het model

Tabel 1a geeft de conversiewaarden zoals die in de modellen zijn gebruikt. Kolom 3 geeft de waarden waarmee de afregeling van het model is gestart. Kolom 4 en 5 geven de waarden voor

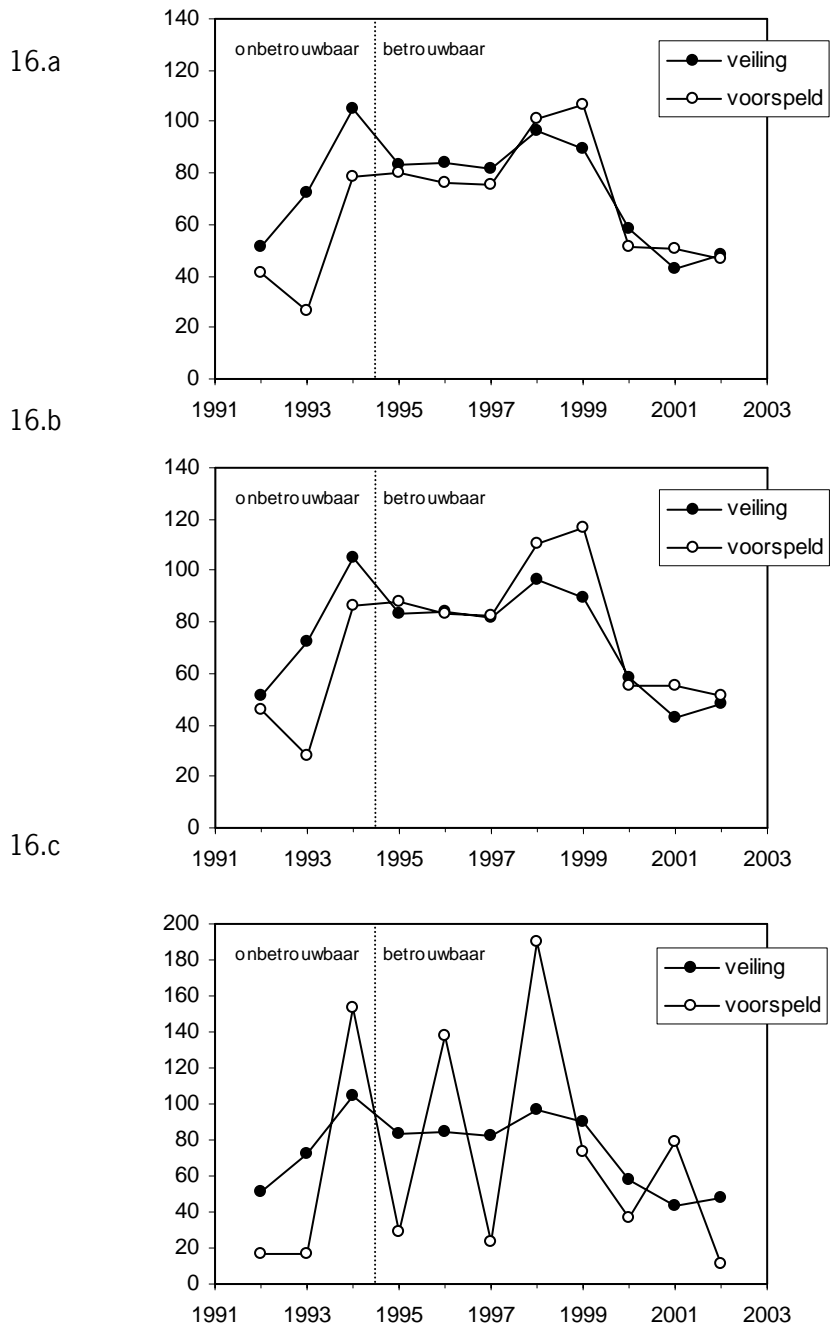
de kalibratie over de perioden 1992-2002 en 1995-2002. De modellen MT92 en MT95 zijn daarbij afgeregeld voor de gemiddelde aanvoer over genoemde perioden.

Tabel 1. De gebruikte parameterwaarden in het model. De modelvarianten MT95 en MT92 zijn zodanig afgeregeld dat de gemiddelde voorspelde aanvoer over komt met de werkelijke aanvoer (dikgedrukte waarden). In tabel 1b zijn deze waarden voor voor de aanvoer van alleen de percelen in de Waddenzee weergegeven voor de modelvarianten MW92 en MW95 in combinatie met al dan geen voorkeur voor halfwasmosselen bij verzaaien naar percelen in de Oosterschelde.

a. model Oosterschelde + Waddenzee	kalibratie	Start	MT92	MT95
		start	1992-2002	1995-2002
percentage tarra in opgevist zaad		40%	40%	40%
percentage tarra in meerjarige mosselen		25%	25%	25%
broedval op percelen in % van totale zaadvangst		10%	10%	10%
overleving eerste winter (zaad)		0.7	0.7	0.7
groei in de zomer van zaad tot halfwas		3.0	3.3	3.1
overleving tweede winter (halfwas)		0.8	0.8	0.8
groei van halfwas naar groot halfwas en consumptiemaat		1.25	1.36	1.3
overleving derde winter (groot halfwas)		0.8	0.8	0.8
groei groot halfwas tot consumptiemaat		1	1	1
fractie 1 jarige mosselen, geleverd als "jonge mosselen"		10%	10%	10%
fractie 2 jarige mosselen die worden geleverd		50%	50%	50%
	periode			
voorspelde aanvoer t.o.v werkelijke aanvoer	1992-2002	86%	100%	91%
	1995-2002	95%	110%	100%
verklaarde variantie (R2)	1992-2002	0.567	0.566	0.566
	1995-2002	0.861	0.859	0.855

b. model Waddenzee	periode	MW92		MW95	
		wel	geen	wel	geen
voorkleur voor halfwas in de Oosterschelde					
voorspelde aanvoer t.o.v werkelijke aanvoer	1992-2002	107%	102%	92%	86%
	1995-2002	119%	111%	102%	93%
verklaarde variantie (R2)	1992-2002	0.158	0.218	0.128	0.195
	1995-2002	0.452	0.514	0.408	0.481

In figuur 16 zijn de voorspelde en gesimuleerde aanvoer weergegeven. Met het MT95 model is ook een berekening gemaakt voor de situatie waarin alle mosselen op de percelen in hun tweede levensjaar zouden worden aangevoerd (fig. 16c). De bewoordingen betrouwbaar en minder-betrouwbaar in de figuren verwijzen naar de onderliggende zaadvangstgegevens (enquête- versus complete zaadvangstgegevens).



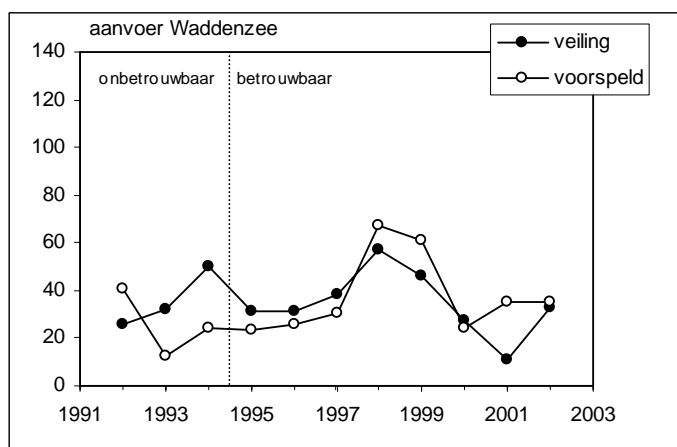
Figuur 16. Voorspelde en werkelijke aanvoer van consumptiemosselen uit de Oosterschelde en Waddenzee. De voorspelde waarden zijn berekend met de modelversies MT95 en MT92, welke zijn gekalibreerd over de perioden 1995 - 2002 (a) cq. 1992-2002 (b). Figuur c geeft de modeluitkomsten wanneer alle mosselen van een bepaalde jaarklas op tweejarige leeftijd zouden worden geleverd. "Onbetrouwbaar" en "betrouwbaar" verwijzen naar de betrouwbaarheid van de onderliggende zaadvangstgegevens.

3.3.2 Bestand percelen Waddenzee

De hoeveelheden mosselen die jaarlijks op de percelen in de Oosterschelde zijn terechtgekomen zijn berekend op basis van de conversies zoals die in het MW92 en MW95 model zijn gebruikt en is daarbij berekend voor situaties met geen c.q. wel een voorkeur van kwekers om halfwasmosselen naar de Oosterschelde uit te zaaien. Op percelen in de Oosterschelde wordt jaarlijks gemiddeld 30 miljoen kg mosselen uitgezaaid (reconstructie). Daarvan is gemiddeld 1.3 miljoen kg afkomstig van de zaadvijverij in de Oosterschelde zelf en bestaat 4 miljoen kg uit mosselen die tijdens de zaadvijverij in de Waddenzee direct naar de Oosterschelde worden gebracht. Het resterende deel is afkomstig van percelen in de Waddenzee en de import van halfwasmosselen, welke gemiddeld 1,6 mln kg bedraagt. Met teruggezaaide fondsmosselen is in deze berekening geen rekening gehouden. De voor de twee voorkeursscenario's berekende hoeveelheden zaad en halfwas mosselen die in de Oosterschelde zijn uitgezaaid zijn in het MW92 en MW95 model als verliespost opgenomen.

Met deze modellen is vervolgens de bestandsontwikkeling en de productie van consumptiemosselen op percelen in de Waddenzee verder doorgerekend. Van de vier scenario's (modellen MW92 en MW95 met wel c.q. geen voorkeur voor halfwas) blijkt het MW92-model gecombineerd met "geen voorkeur" de aanvoer van consumptiemosselen in de Waddenzee het best te voorspellen (figuur 17). Dit geldt voor zowel de verklaarde variantie als het verschil in de gemiddeld gesimuleerde en werkelijk gerealiseerde aanvoer (Tabel 1b).

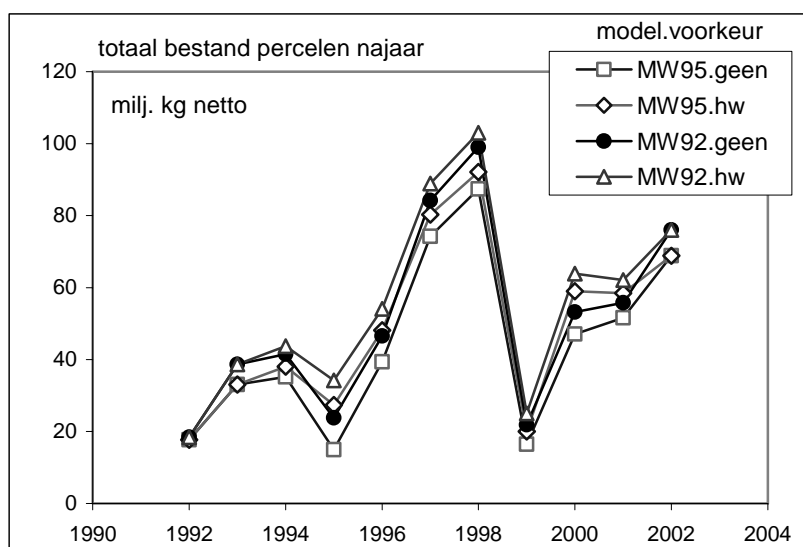
In figuur 18 is voor de vier scenario's (a) het berekende totale mosselbestand en (b) het berekende bestand aan meerjarige mosselen op percelen in het najaar in de Waddenzee weergegeven. Dit zijn bestanden na de najaars-zaadvijverij, na levering van consumptiemosselen dat najaar en de daar op volgende winter, en na het verzaaien van mosselen van percelen in de Waddenzee naar percelen in de Oosterschelde. Figuur 18c geeft de biomassa aan mosselzaad op percelen in de Waddenzee in het najaar.



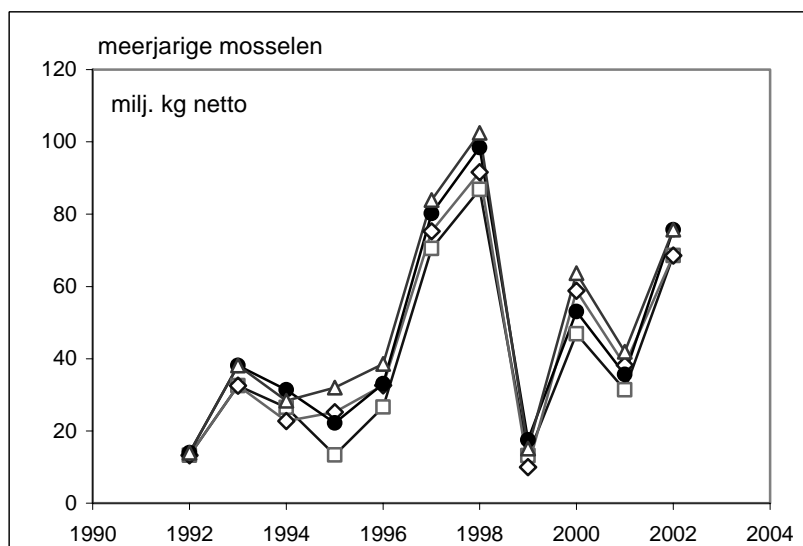
Figuur 17. Werkelijke en voorspelde aanvoer van mosselen uit de Waddenzee, uitgaande van het MW92 model in combinatie met "geen voorkeur voor halfwasmosselen in de Oosterschelde".

Gezien de geringe verschillen in deze curves en gegeven de beste aanvoer-voorspelling van het "MW92" model bij "zonder voorkeur" (Tabel 1.b) is met deze variant verder gerekend.

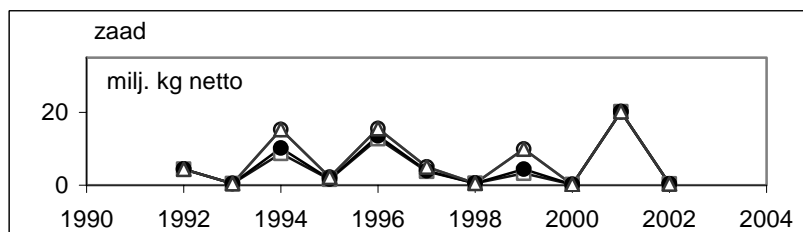
18 a.



18 b.



18 c.



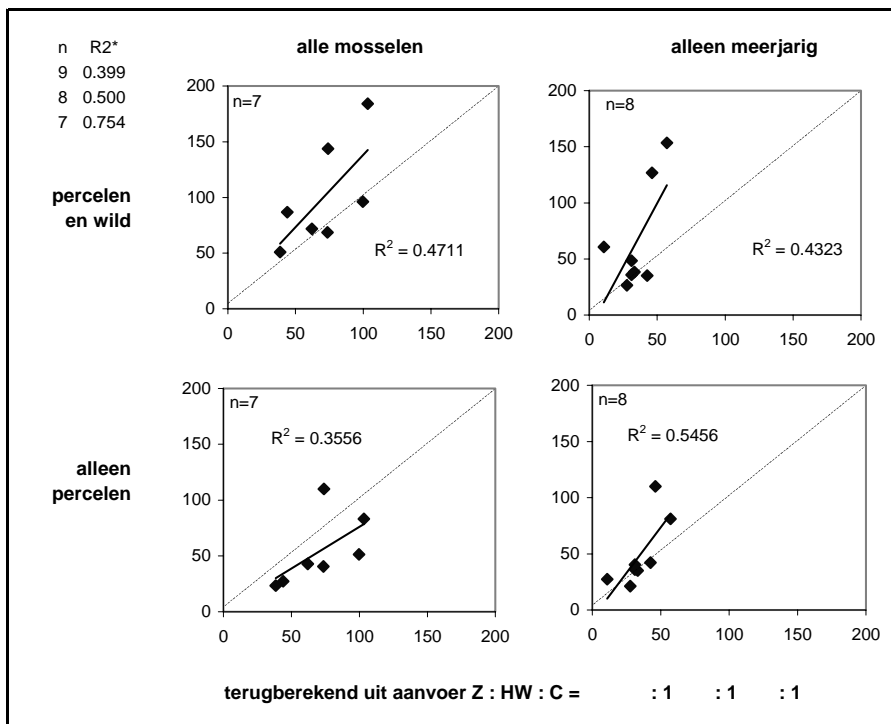
Figuur 18. Het voorspelde mosselbestand op percelen in de Waddenzee in het najaar na de zaadvisserij, de levering van mosselen aan de veiling in Yerseke en na het verzaaien van mosselen van percelen in de Waddenzee naar percelen in de Oosterschelde. De berekening is uitgevoerd met de modelversies gekalibreerd vanaf 1992 en 1995 (MW92 en MW95) en uitgaande van wel of geen voorkeur voor het uitzaaien van halfwasmosselen in de Oosterschelde. De modelkeuze blijkt weinig effect te hebben op het uiteindelijke resultaat.

3.3.3 *Vergelijking methoden reconstructie mosselbestanden Waddenzee.*

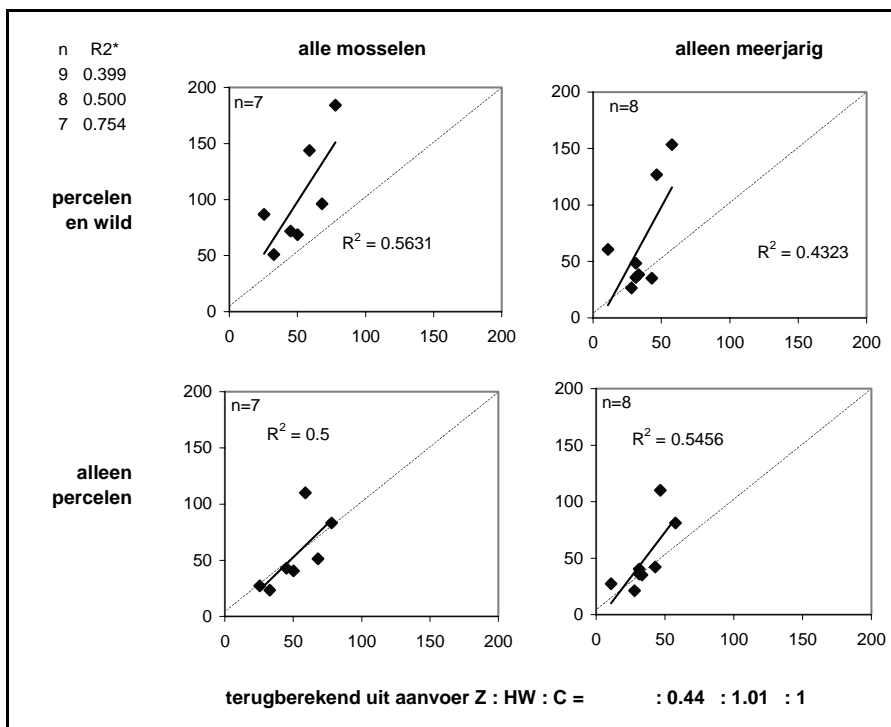
In figuur 19 worden is de bestandsgroottes in de Waddenzee op basis van het “MW92-geen voorkeur” model en de jaarlijkse surveys vergeleken met de grootte van het mosselbestand zoals die is terug berekend uit de aanvoer van consumptiemosselen uit de Waddenzee. In figuur 19.a is voor dit laatste uitgegaan van een kweekrendement van Zaad:Hw:Cons = 1:1:1 (oude berekening). In figuur 19.b is een verhouding van Zaad:Hw:Cons = 0.44:1.01:1 gebruikt, volgend uit de conversies in het MT92 model.

Omdat het kweekrendement van halfwas naar consumptiemosselen in beide benaderingen ongeveer 1:1 is, zijn de verbanden voor alleen de meerjarige mosselen niet verschillend. Het verband blijkt voor de meerjarige mosselen op percelen statistisch significant ($\alpha=0.05$), zowel als wordt uitgegaan van een rendement van 1:1:1 als wanneer wordt uitgegaan van een rendement van 0.44:1.01:1.00 (beide $R^2 = 0.546$, $n=8$). Voor het totale bestand levert een kweekrendement Zaad:Hw:Cons = 0.44:1.01:1 een wat betere voorspelling ($R^2 = 0.563$, ns, $n=7$) dan de benadering met een kweekrendement van 1:1:1 ($R^2 = 0.471$, ns).

19.a



19.b

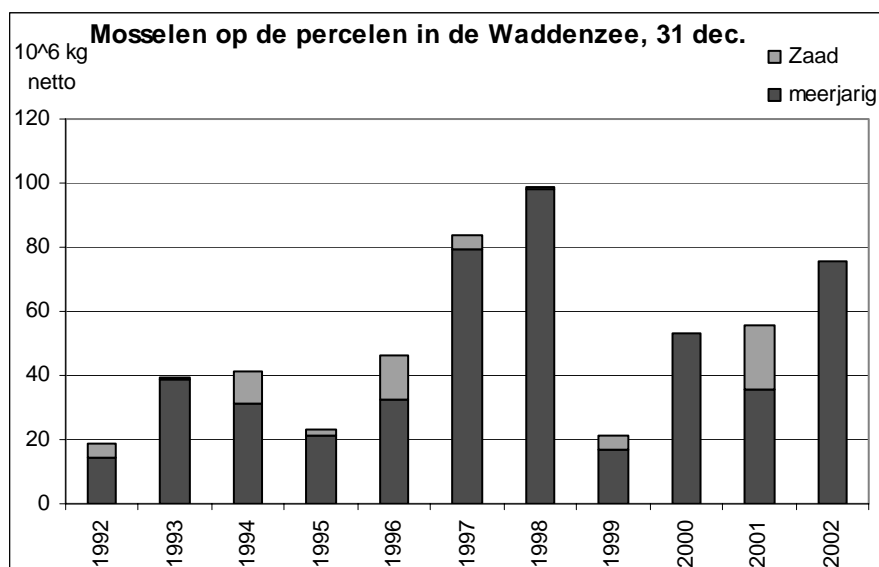


Figuur 19. Verband tussen voorspelde biomassa op basis van het model en de bestandsopnamen enerzijds en de terugrekening van de aanvoer anderzijds. Figuur 19 a gaat uit van een kweekrendement van Z:HW:C = 1:1:1 (oude berekening); figuur 19 b van Z:HW:C = 0.44:1.01:1 (modelwaarden). Linksboven in de figuren zijn de significantiecriteria weergegeven, afhankelijk van het aantal waarnemingen.

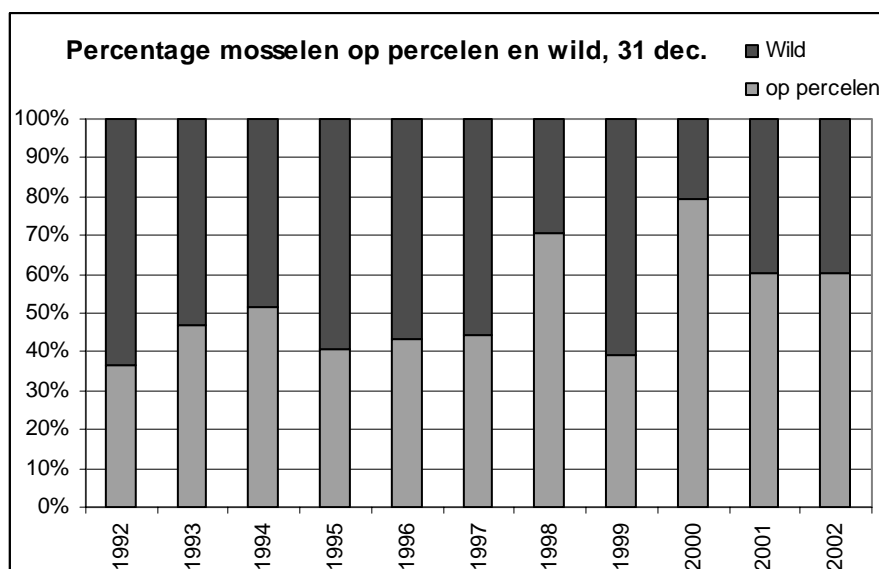
3.3.4 resultaten perceelbestanden in de winter

Figuur 20 laat zien dat in de periode 1992-2002 jaarlijks gemiddeld 51 miljoen kg mosselen (netto) aanwezig waren op de percelen in de Waddenzee (peildatum 31 dec), waarvan 12% zaad en 88% meerjarige mosselen. Deze bestanden varieerden daarbij tussen 18 (1992) en 99 (1998) miljoen kg.

Figuur 21 geeft aan dat in de winter gemiddeld 52% van de biomassa mosselen op percelen lag en 48% in het wild.



Figuur 20. Reconstructie mosselen op percelen. Peildatum 31 december.

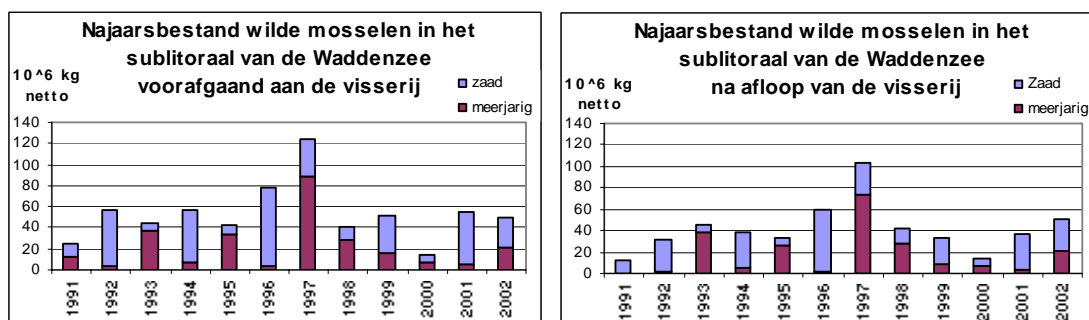


Figuur 21. Weergave van percentage mosselen in de winter op percelen en in het wild.

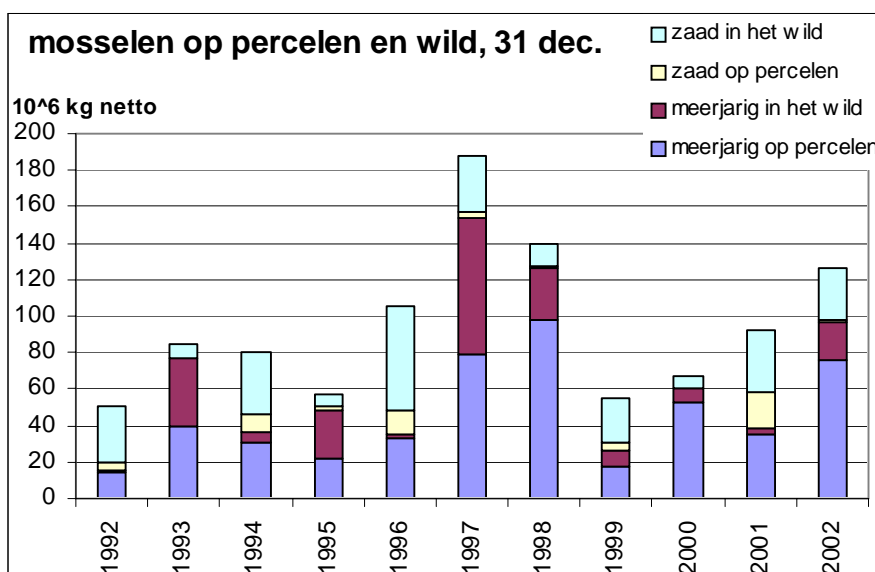
3.3.5 Resultaten wilde mosselbestanden in de winter

Figuur 22 laat zien dat in de periode 1991-2002 voorafgaand aan de najaars-zaadvisserij gemiddeld 56 miljoen kg wilde mosselen (netto) aanwezig was. Na de zaadvisserij in het najaar is dat gemiddeld 44 miljoen kg wilde mosselen (netto). Figuur 26 laat zien dat hiervan, na de voorjaarsvisserij van het jaar daar op, nog gemiddeld 11 miljoen kg wilde mosselen is overgebleven (periode 1993-2002).

Opgevist mosselzaad wordt verplaatst naar percelen in de Waddenzee en Oosterschelde. Figuur 23 laat zien dat het totale bestand in het sublitoraal van de Waddenzee (dus inclusief percelen) op 31 december in de periode 1992-2002 gemiddeld 95 miljoen kg mosselen betrof (netto) (min: 50; max: 188), waarvan 65 miljoen kg werd gevormd door meerjarige mosselen (min: 16; max: 153) en 30 miljoen kg door mosselzaad (min: 6; max: 71).



Figuur 22. Wilde mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee, in het najaar voorafgaand aan de visserij en in de winter, na de najaars-zaadvisserij.

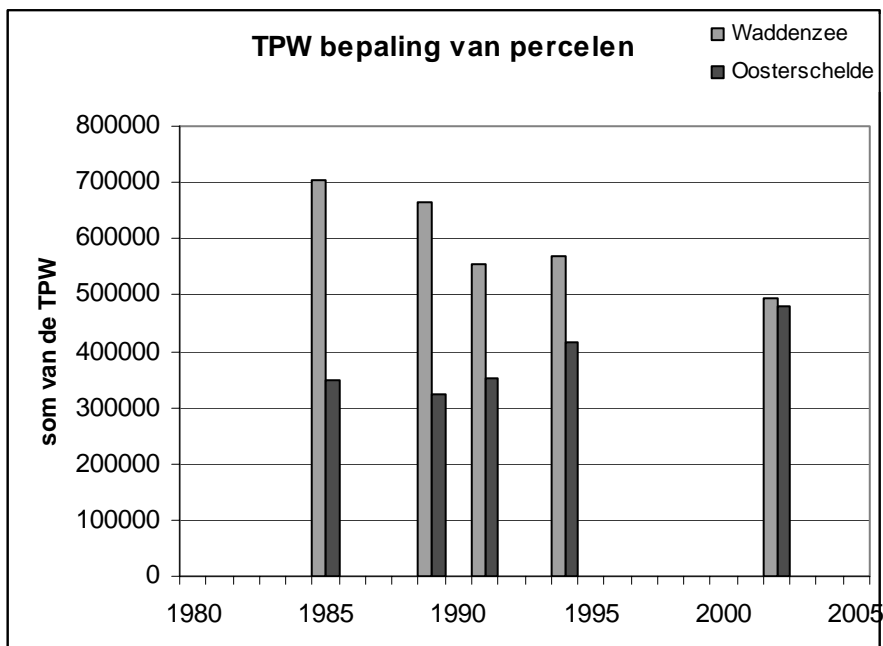


Figuur 23. Totaalbestand aan mosselen in het sublitoraal van de Waddenzee, periode 1992-2002. Onderscheid is gemaakt tussen mosselen op percelen en in het wild (peildatum 31 december), zaad- en meerjarige mosselen.

TPW

Figuur 24 geeft aan dat de TPW van de percelen in de Waddenzee zijn afgenomen in de periode 1985-heden (ongeveer 30% achteruitgang) en die van de Oosterschelde toegenomen.

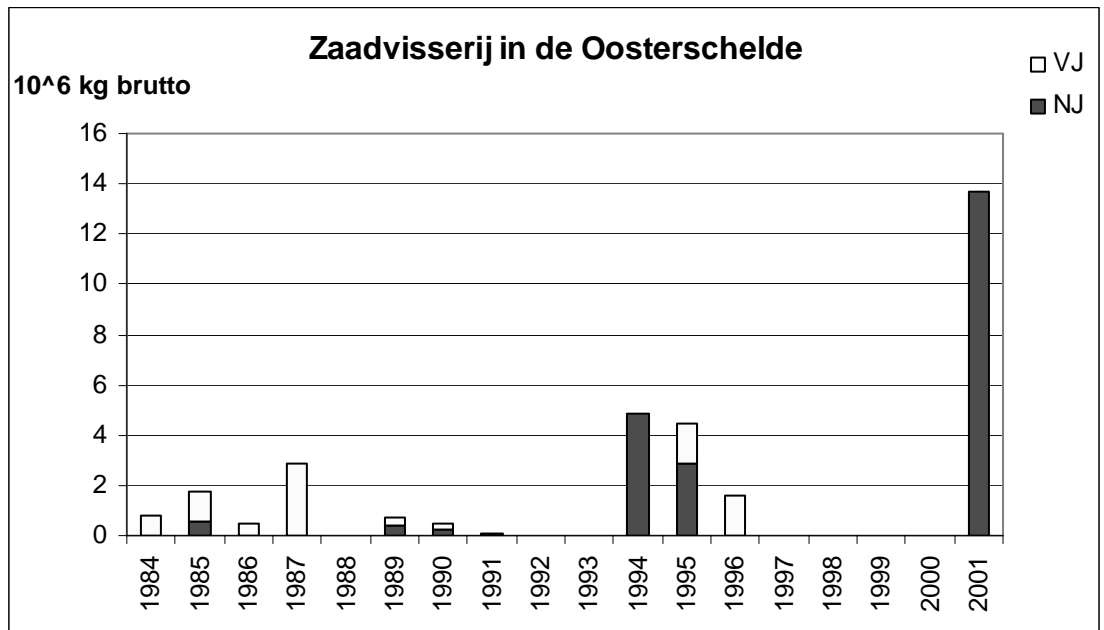
Deze achteruitgang in TPW op de Waddenzee weerspiegelt een lagere inschatting van de productiemogelijkheden en conversies van Wadpercelen door vissers en visserijkundig ambtenaren.



Figuur 24. De totale TPW bepaling van mosselpercelen in de Waddenzee en Oosterschelde.

3.4 Visserij, import en verplaatsing van mosselen van Waddenzee naar Oosterschelde

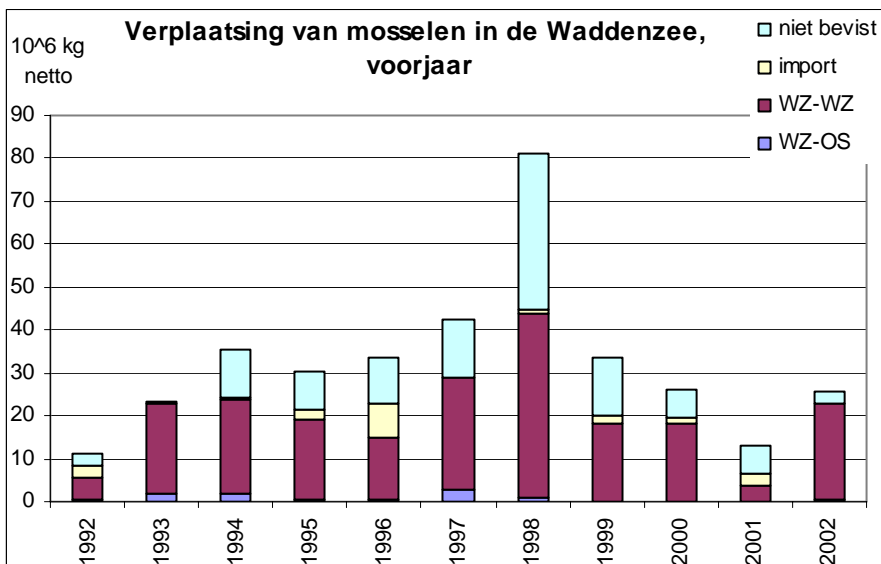
De visserij vindt voornamelijk plaats in het sublitoraal van het Westelijke Wad. In voorjaar 1991, najaar 1993, najaar 1998, najaar 2000 en najaar 2002 is er niet gevestigd. Op de platen is alleen gevestigd in 1994, 2000 (Duitse vissers op Hond Paap) en 2001 (in kader Jan Louw experiment; zie onderdeel F5 van EVAII, Smaal et al, 2003). In de Oosterschelde valt slechts incidenteel zaad en wordt dus ook weinig gevestigd (zie figuur 25).



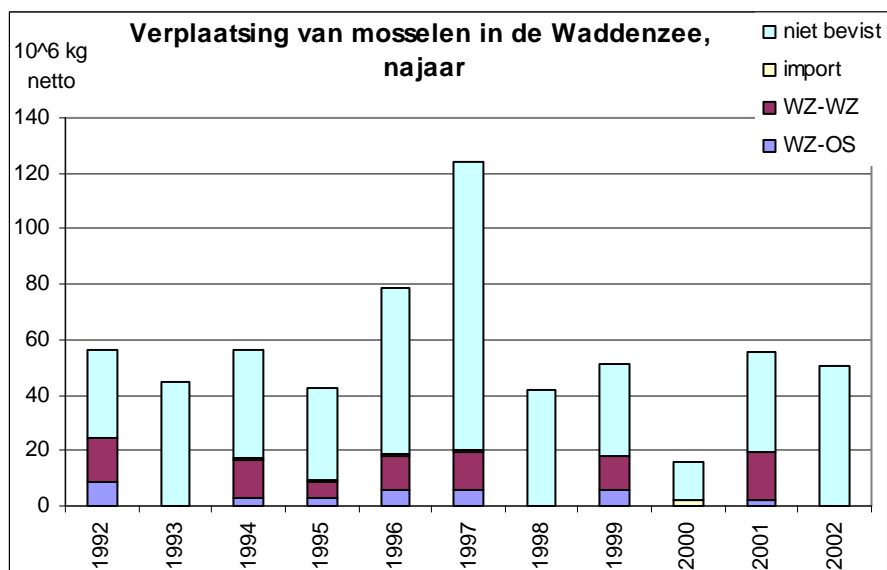
Figuur25. Zaadvisserij in de Oosterschelde

In het voorjaar werd jaarlijks gemiddeld 20 miljoen kg mosselen (netto) opgevist in de Waddenzee (periode 1992-2002). 96% hiervan werd direct verplaatst naar percelen in de Waddenzee en 4% naar percelen in de Oosterschelde (zie figuur 26).

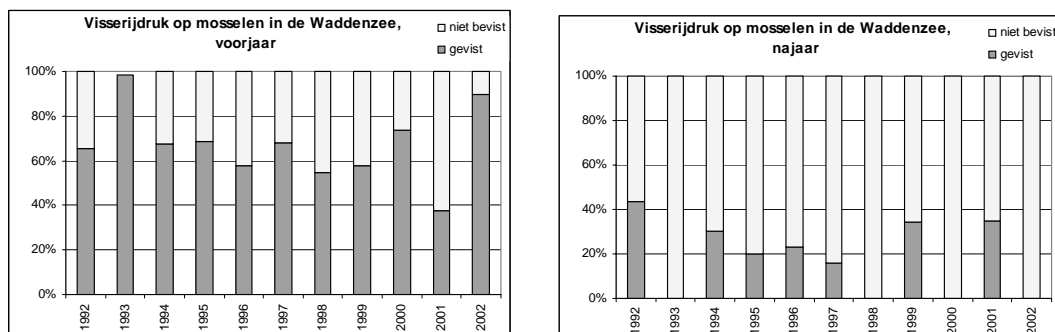
In het najaar werd jaarlijks gemiddeld 11 miljoen kg mosselen (netto) opgevist in de Waddenzee (periode 1992-2002). 73% hiervan werd direct verplaatst naar percelen in de Waddenzee en 27% naar percelen in de Oosterschelde. (zie figuur 27)



Figuur 26. Visserijdruk en verplaatsing van mosselen tijdens de zaadvisserij in de Waddenzee in het voorjaar. Aangegeven is welk deel van het bestand is opgevist en verplaatst naar percelen in Oosterschelde en Waddenzee en welk deel van het bestand is blijven liggen. Tevens is aangegeven hoeveel mosselen zijn geïmporteerd voor opgroei op percelen in de Waddenzee.



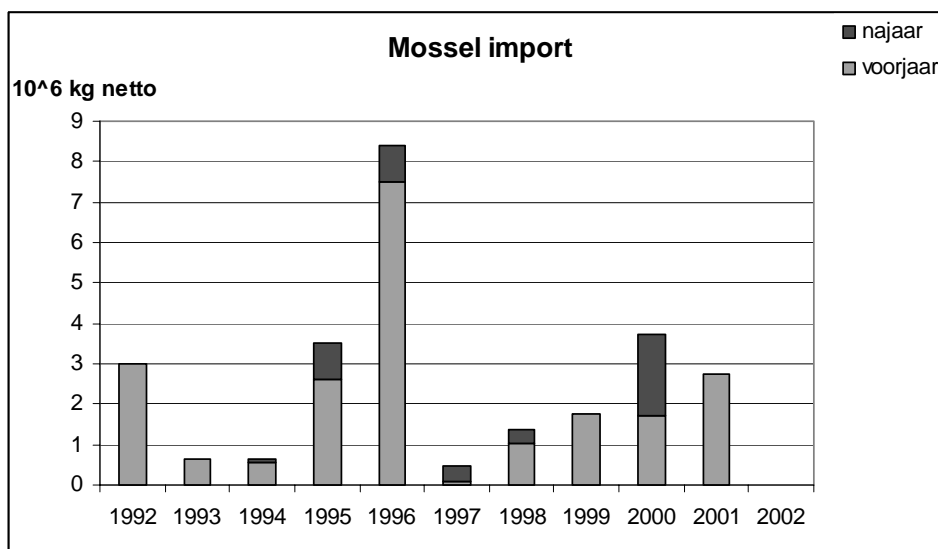
Figuur 27. Visserijdruk en verplaatsing van mosselen tijdens de zaadvisserij in de Waddenzee in het najaar. Aangegeven is welk deel van het bestand is opgevist en verplaatst naar percelen in Oosterschelde en Waddenzee en welk deel van het bestand is blijven liggen. Tevens is aangegeven hoeveel mosselen zijn geïmporteerd voor opgroei op percelen in de Waddenzee.



Figuur 26a en 27a. Visserijdruk op mosselen in de Waddenzee in het voor- en het najaar.

De visserijdruk (opgeviste hoeveelheid al percentage van het geïnventariseerde bestand) was 67% in het voorjaar (periode 1992-2002) en 18% in het najaar. Daarbij is echter geen rekening gehouden met de groei zoals die tussen inventariseren en zaadvissen plaatsvindt.

In het voorjaar werd gemiddeld 2.2 miljoen kg mosselen (netto) geïmporteerd voor opgroei 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). (zie figuur 28)



Figuur 28. Geïmporteerde (halfwas)mosselen in het voor- en najaar (netto) voor opgroeien op percelen in de Waddenzee.

3.5 Relatie visserij - mosselzaadval

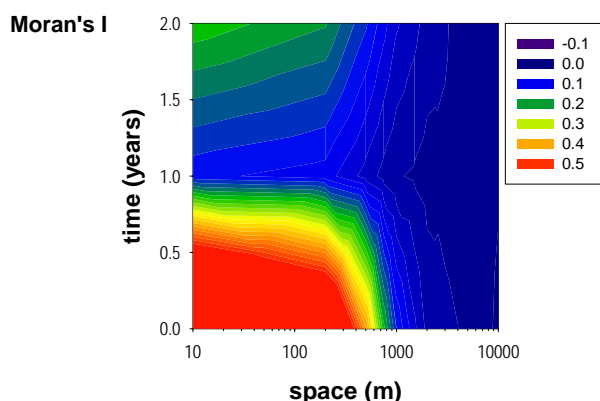
De black box data laten zien dat de visserij vaak plaats vindt in min of meer dezelfde gebieden, waarbij grote verschillen te zien zijn m.b.t. de visserij-inspanning, als gevolg van variaties in de omvang van het mosselbestand (zie Figuren 4 t/m 12 in Figuren). Deze figuren laten geen achteruitgang zien van zaadval als gevolg van visserij.

De autocorrelatiefuncties (figuur 29) laten zien dat de visserij-inspanning positief was gecorreleerd over een afstand tot 500-1000 m op een tijdschaal van 0 jaar en 2 jaar. Op een tijdschaal van 1 jaar was de visserij-inspanning niet/nauwelijks gecorreleerd. De visserij-inspanning lijkt in deze analyse dus lokaal te oscilleren. Correctie voor jaarlijkse variaties in visserij-inspanning leidt niet tot een ander beeld.

De analyse van de gegevens van de 47 survey-stations die jaarlijks zijn bemonsterd 10 jaar * 47 stations = 470 observaties) lieten zien dat de dichtheden ($DN = \log(\#.m^2 + 1)$) zaadmosselen in jaar i op station s negatief waren gecorreleerd met de dichtheden in jaar $i-1$ op station s (DNP) ($n=423$):

Source	DF	Type III SS	Mean Square	p
station	46	434.6845343	9.4496638	0.00
DNP	1	74.9007627	74.9007627	0.00
DNP*station	46	244.2909970	5.3106738	0.40
Corrected Total	422	2414.157837		

**fishing effort mussel fishers (sec)
in the Western part of the Dutch Wadden Sea,
1997-2002
corrected for diff in fishing pressure per year**



Figuur 29. Autocorrelatie functie m.b.t. visserij inspanning over ruimte en tijd.

(p-Waardes werden hierbij berekend middels een permutatietest, waarbij binnen stations DN werd gerandomiseerd. Dit i.v.m. niet-normaliteit van de data en mogelijke heterogeniteit in de variantie van residuele waarden tussen stations.)

Het totaalbestand aan zaadmosselen in het sublitoraal van de Waddenzee in jaar i was niet significant gecorreleerd met het totaalbestand aan zaadmosselen in jaar $i-1$ ($n=10$, $r=-0.47$, $p=0.17$). Een afwisseling van goede en slechte zaadvaljaren was dus niet significant op het schaalniveau van het sublitoraal van het Wad als geheel, maar dit patroon lijkt wel aanwezig op meer lokaal niveau vanuit de black box en de surveygegevens.

3.6 Wild versus percelen

Volgens de habitatmodellen zou de groei van zaadmosselen op percelen 1.7 keer groter zijn dan de groei op de vangstlocaties in het sublitoraal van de Waddenzee. Dit bevestigt het beeld dat wilde mosselen worden verplaatst naar percelen omdat daar de groei beter is.

Ook zou volgens dit modelinstrumentarium de natuurlijke dichtheid ($\# \cdot m^{-2}$) van zaadmosselen op percelen 0.6 keer de dichtheid op de vangstlocaties in het sublitoraal van de Waddenzee zijn. Als in deze berekening alleen gebruik werd gemaakt van die jaren waarin voorafgaand aan de voorjaarssurvey geen visserij heeft plaatsgevonden, dan was deze waarde 0.3. Dit bevestigt het beeld dat wilde mosselen worden verplaatst van gebieden waar de zaadval relatief goed is naar percelen waar de zaadval van nature minder is.

De theoretische biomassaverandering over de winter (MORT) op de percelen was 0.8 van die op de vangstlocaties in het sublitoraal van de Waddenzee. Dit suggereert dat de overleving van mosselen op percelen beter is.

De productiecapaciteit in termen van TPWc op de percelen was 1.8 keer die van de vangstlocaties in het sublitoraal van de Waddenzee. Ook dit duidt er op dat de opgroeiomstandigheden op percelen merkbaar beter zijn dan op de natuurlijke banken.

Uitgaande van het habitatmodel en gegeven het oppervlak van 7625 ha aan percelen en 25000 ha aan "wild" oppervlak gerepresenteerd in de sublitorale RIVO survey van het voorjaar, kan worden berekend dat 8% van de zaadval op percelen plaats zou vinden (zie kolom "perceel/wild gecorrigeerd"), wanneer alleen gebruik werd gemaakt van die jaren waarin voorafgaand aan de voorjaarsurvey geen visserij heeft plaatsgevonden. Wanneer alle data gebruikt zouden worden is deze schatting 16%. De hiervoor in het reconstructiemodel gebruikte inschatting van kwekers en visserijkundig ambtenaren van 10% valt binnen deze range. Eenzelfde berekening voor TPWc geeft aan dat 36% van de totale productie aan mosselen in het sublitoraal van de Waddenzee op percelen plaats zou vinden.

Variabele	Data	Verhouding Perceel/wild	Perceel/Wild gecorrigeerd
gewicht zaadmosselen (g)	1992-2002	1.7	
	'93, '98, '00: geen najaarsvisserij	1.7	
dichtheid (g.m ²)	all mussels; 1992-2002	0.6	15
	seed; 1992-2002	0.6	16
	seed; '93, '98, '00: geen najaarsvisserij	0.3	8
TPWc (kg.ha ⁻¹ .jaar ⁻¹)	TPW bepalingen 2002	1.8	36
MORT (-)	winter 01-02:	0.8	
	culture lots (ha):	7625	
	survey (ha):	25000	

Hierbij moet worden opgemerkt dat minder dan de helft van de beschikbare perceelruimte daadwerkelijk wordt benut voor kweek. Omdat de kweek vooral plaatsvindt op de beste plekken binnen de beste percelen, betekent dit dat de boventoonde tabel waarschijnlijk een conservatieve inschatting betreft: de groei op percelen is nog wat beter, de mortaliteit nog wat

minder. Ook moet worden opgemerkt dat de hierboven genoemde modellen niet zijn gevalideerd, waardoor de resultaten als tentatief moeten worden beschouwd.

4 Discussie

4.1 Mosselbestanden op percelen en in het wild in het sublitoraal van de Waddenzee

Het ontwikkelen van een meer realistisch reconstructiemodel is mogelijk gebleken. Met dit model kunnen in tegenstelling tot het oude model dat was gebaseerd op een tweejarige cyclus en een kweekrendement van zaad:halfwas:consumptie=1:1:1 ook bestandsgroottes en – samenstellingen op percelen worden berekend.

Door calibratie van het model bleek de aanvoer van consumptiemosselen uit de Oosterschelde en Waddenzee samen goed voorspelbaar uit de vangsten zoals die door de jaren heen tijdens de zaadvisserij in het voorjaar en najaar zijn behaald. In het model voor de Waddenzee zijn de hoeveelheden mosselen die op percelen in de Oosterschelde worden uitgezaaid (gemiddeld 30 miljoen kg per jaar) als aftrekpost zijn opgenomen. Met dit model blijken variaties in de aanvoer uit de Waddenzee voor 51% te kunnen worden verklaard. Gemiddeld verschilt de werkelijke aanvoer daarbij niet van de gesimuleerde aanvoer voor het Wad. De aanname in de uitgevoerde berekeningen dat de conversies voor de Oosterschelde en de Waddenzee ongeveer dezelfde zijn lijkt op basis hiervan terecht. De modelversie die is gekalibreerd voor de periode 1992-2002 en waarbij wordt uitgegaan van geen voorkeur voor halfwas bij het verzaaien van percelen in de Waddenzee naar de Oosterschelde levert daarbij de beste voorspelling op voor de aanvoer uit de Waddenzee.

Met dit laatste model zijn vervolgens de bestanden berekend zoals aanwezig op percelen in de Waddenzee en de samenstelling daarvan. De invloed van de gebruikte modelversie blijkt gering ten opzichte van de variaties zoals die tussen jaren optreden. Bovengenoemd model neemt daarbij een intermediaire positie in. Om beide redenen is dit model als best passend gekozen.

Ten aanzien van de absolute bestandsgroottes van jaar tot jaar moet worden opgemerkt dat in het model is uitgegaan van door de jaren heen constante conversiefactoren. In de praktijk is dit niet het geval. In mosselrijke jaren zullen ook de minder geschikte (stormgevoelige) percelen meer zijn bezaaid en zullen de dichtheden op de percelen hoger zijn. Groei en sterfte conversies kunnen in deze jaren daardoor minder gunstig uitvallen. In arme jaren worden juist de beste percelen gebruikt. Dit resulteert er in dat voorraden op percelen in arme jaren wat hoger en in rijke jaren wat lager zijn dan nu gesimuleerd. Beseft moet echter ook worden dat in arme jaren de sterfte van mosselen door predatie door bijvoorbeeld eidereenden juist relatief hoog kan zijn, waarmee bovengenoemde effecten weer deels te niet worden gedaan. Hoe dit uitpakt is op dit moment niet aan te geven. Ook daarin zou informatie over het kweekrendement op afzonderlijke percelen (zakboekjes kwekers) inzicht kunnen geven. Duidelijk is dat

voorzichtigheid geboden is wanneer de gesimuleerde biomassa's in absolute zin worden geïnterpreteerd of gebruikt voor verdere berekeningen.

Vervolgens is een vergelijking gemaakt tussen de gesimuleerde bestanden en bestanden zoals die zijn teruggerekend uit de levering van consumptie mosselen. De conversie zoals gebruikt in de modellen ($Z:HW:C = 0.44:1.01:1$) levert een beter verband met de gesimuleerde bestandsgroottes na 1992 dan bij de oude verhouding van 1:1:1. De terugberekende hoeveelheden halfwas correleren daarbij relatief goed met de gemodelleerde hoeveelheden halfwas op percelen. Voor halfwas en zaad samen wordt de beste relatie gevonden voor het wilde bestand en de percelen samen. Voor de terugrekening op basis van aanvoercijfers wordt de verhouding van $Z:HW:C = 0.44:1.01:1$ aanbevolen.

Bij de interpretatie van de uitkomsten van deze terug-berekening moet echter in het oog worden gehouden dat een tweejarige kweekcyclus niet realistisch is gebleken. Met een tweejarig is het model niet sluitend te krijgen. De aanvoer in enig jaar vindt vooral zijn oorsprong in de aanwezigheid van halfwasmosselen in de twee jaar daarvoor en in een klein gedeelte snel gegroeide eenjarige mosselen. Een onderscheid in zaad en halfwas is op basis van deze terugberekeningen daardoor eigenlijk niet te maken. Om hiermee in een terugreken-procedure rekening te houden is tot op heden niet gelukt omdat uit alleen de aanvoer niet kan worden gereconstrueerd welk deel van de geleverde mosselen één, twee en drie jaar oud moet zijn geweest.

Aangezien de aanvoer een afspiegeling blijft van de beschikbare voorraden én de gewoonte van kwekers de aanvoer en daarmee de voorraden op percelen te bufferen, geven zij de teruggerekende waarden wel een index van de mosselrijkdom op percelen en in het wild in voorgaande jaren.

4.2 Visserijeffecten op mosselzaadval

Uitgaande van de bestandsgroottes zoals aangetroffen tijdens de inventarisaties en de vangsten wordt in het najaar en voorjaar gemiddeld 18% en 67% van het aanwezige bestand opgevist. (Figuur 26a; Figuur 27a). Als voor de gegevens van deze twee figuren de najaarvisserij en de daaropvolgende voorjaarvisserij in combinatie worden beschouwd, dan is deze visserijdruk 60% (totaal opgevist in najaar en voorjaar als % van het najaarsbestand voorafgaand aan de visserij).

Omdat de visserij plaatsvindt enige weken tot enkele maanden na de surveys en omdat in de periode tussen survey en visserij het aanwezige mosselbestand nog aanzienlijk kan groeien, zijn deze percentages maximumschattingen. Met name in jaren met relatief veel mosselzaad speelt dit een rol, waarbij het mosselzaad kan groeien in de periode tussen survey en visserij tot meer dan 2x de oorspronkelijke grootte. Dit vertaalt zich in de uitkomsten tijdens de

zaadvisserij, waarbij de vangsten mosselzaad in het algemeen meevallen ten opzichte van de vangsten meerjarige mosselen en soms zelfs hoger zijn dan aanvankelijk voorspeld. In de visplannen wordt hiermee inmiddels ook rekening mee gehouden. De als gevolg van groei grotere bestands grootte betekent dat de visserijdruk wat lager is geweest dan hiervoor berekend. Daarentegen kunnen bestanden tussen inventarisaties en de zaadvisserij ook afnemen door bijvoorbeeld stormen of predatie. Stormschade lijkt vooral in het najaar incidenteel het geval.

Op de zaadwinlocaties treedt gemiddeld elke twee jaar nieuwe broedval op waardoor het bestand weer wordt aangevuld. De resultaten op basis van de RIVO surveys laten geen achteruitgang zien van het sublitorale mosselbestand. Uit de blackbox gegevens is te zien dat op hoofdlijnen steeds dezelfde gebieden werden bevestigd. Op deze bekende locaties vestigde zich steeds weer nieuw mosselzaad. Op zich geven deze resultaten dan ook geen aanleiding om grootschalige visserijeffecten te veronderstellen. 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. Zo zouden de lokale oscillaties het gevolg kunnen zijn van een opeenvolging van goede en slechte jaren met zaadval en halfwasbestanden (zie figuur 4, figuur 5, figuur 18 en figuur 22). Waddenzee-breed waren deze oscillaties niet significant, vooral omdat het jaar 1999 deze sequentie onderbrak. Echter, deze Waddenzee-brede ontwikkelingen zouden wel degelijk kunnen leiden tot patronen die als significant worden aangemerkt bij de meer lokaalgerichte analyses (47-stationsbenadering), vooral omdat deze analyses een veelvoud aan waarnemingen betreffen (en die dus mogelijk ook nog als niet-onafhankelijk kunnen worden beschouwd aannemende dat de lokale patronen door grootschalige processen gestuurd werden.) De vraag is dus of de lokale oscillaties te maken hebben met meer lokale effecten, waaronder eventueel visserij, of met grootschaliger ontwikkelingen die niet noodzakelijkerwijze met visserij van doen hebben.

De gevonden resultaten zouden dus geïnterpreteerd kunnen worden als aanwijzing voor visserijeffecten. Echter, het is ook goed mogelijk dat deze resultaten slechts voortkomen vanuit toeval en als artefact van de gebruikte methodiek. In dit verband is het interessant dat ervaringen van de vissers zelf (W. v.d. Berg & J. van Damme pers. inf.) niet overeenstemmen met deze resultaten: men heeft de indruk jaar-in-jaar-uit op dezelfde plekken goed te kunnen vissen. Maar dan wel het ene jaar op zaad en het volgende jaar op halfwas.

4.3 Kweek in Waddenzee versus Oosterschelde

Op dit moment komt ongeveer de helft van de Nederlandse aanvoer (53%, periode 1990-2000) vanaf percelen in de Oosterschelde (periode 1990-2000). Echter, vrijwel alle Nederlandse mosselen die bij de veiling in Yerseke worden aangeleverd, zijn afkomstig uit de zaadvisserij in de Waddenzee. Wadmosselen worden dus verplaatst naar Oosterschelde percelen en uiteindelijk aangevoerd als Oosterschelde mosselen. Deze verplaatsing gebeurt tijdens de zaadvisserij, maar ook door niet marktwaardige mosselen van percelen in de Waddenzee naar de Oosterschelde te verzaaien. In totaal wordt jaarlijks gemiddeld 30 miljoen kg mosselen op de percelen in de Oosterschelde uitgezaaid. Daarvan is gemiddeld 1.3 miljoen kg afkomstig van zaadvisserij in de Oosterschelde zelf. Tijdens de zaadvisserij in de Waddenzee wordt gemiddeld 4 miljoen kg direct naar de Oosterschelde gebracht. Het resterende deel is afkomstig van percelen in de Waddenzee, al worden af en toe ook kleine hoeveelheden importmosselen (gemiddeld 1.6 miljoen kg/jaar) en niet verkochte mosselen uit het mosselfonds op percelen in de Oosterschelde uitgezaaid. Bij het verzaaien van mosselen uit de Waddenzee speelt dat de Oosterschelde en de Waddenzee verschillen m.b.t. de mogelijkheden voor kweek:

- De Oosterschelde is relatief beschermd. Echter, de groei van mosselen is hier minder dan in de Waddenzee en de kans op predatie door zeesterren is vaak wat groter.
- In de Waddenzee is de groei juist beter, maar er is een grotere kans op verlies van mosselen door storm of predatie door eidereenden.

Het gebruik van de Oosterschelde versus de Waddenzee is veranderd in de loop der jaren: Met het in gebruik nemen van Wadpercelen eind jaren 50 werd het grootste deel van de mosselen aangevoerd vanuit de Waddenzee. Door de aanleg van de Oosterscheldkering kwamen meer ruimte voor stabiele percelen. Droogvallende halfwas-percelen zijn daarbij omgeuild tegen dieper gelegen percelen die geschikt zijn voor het afmesten van mosselen tot consumptiemaat. Verder constateren vissers en VA's een afgenomen kwaliteit van Wadpercelen als gevolg van verzanding en de daaraan gekoppelde risico's op stormschade. In de waardering van percelen in de Waddenzee in termen van TPW's (theoretische productiewaarde) komt dit tot uitdrukking (30% achteruitgang in 1985-2001; zie figuur 24). 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 met een lagere beschikbaarheid aan grondstoffen. 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 de belangrijke oorzaken.

Als gevolg hiervan komt een relatief groter deel van de aanvoer de laatste jaren uit de Oosterschelde. Ook namen de importen van consumptiemosselen toe.

- In de periode 1970-1980 werd jaarlijks gemiddeld 108,8 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 3,9 miljoen kg import, 68,6 miljoen kg uit de Waddenzee en 36,3 miljoen kg uit de Oosterschelde;
- In de periode 1980-1990 werd jaarlijks gemiddeld 117,5 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 21,8 miljoen kg import, 62,3 miljoen kg uit de Waddenzee en 33,5 miljoen kg uit de Oosterschelde;
- In de periode 1990-2000 werd jaarlijks gemiddeld 99,5 miljoen kg mosselen aangevoerd, waarvan 19,2 miljoen kg import, 37,5 miljoen kg uit de Waddenzee en 42,8 miljoen kg uit de Oosterschelde.

4.4 Totaal mosselbestand in relatie tot kweek

Resultaten van de habitatmodellering laten zien dat de groei van mosselen potentieel beter is op de percelen dan op wilde voorkomens. De zaadval in de perceelgebieden is juist lager en de overleving mogelijk beter. Dit betekent dat mosselen worden verplaatst van goede zaadvalgebieden naar gebieden waar van nature geen of minder zaad valt, maar de overleving en met name de groei veel beter is.

Deze verplaatsing is omvangrijk (52% van het sublitorale mosselbestand van de Waddenzee bevindt zich in het najaar op percelen). Conform de visplannen wordt gericht op de meest instabiele locaties gevist, waardoor de visserijdruk daar relatief hoog is. Verder is bekend dat de productie van mosselen in mosselbanken vooral wordt gerealiseerd door de jongere leeftijdsklassen (Munch-Petersen & Kristensen, 2001). Een mosselbestand dat door visserij vooral bestaat uit jongere mosselen zou daarmee productiever zijn dan een bestand dat vooral bestaat uit oude mosselen. Ook worden kweekpercelen onderhouden, o.a. door het verwijderen van zeesterren. Dit, samen met de aanname dat er geen lange termijneffecten zijn van visserij op zaadval, suggereert dat mosselkweek leidt tot een toename van het mosselbestand in het algemeen (Waddenzee & Oosterschelde samen). Op basis van de aanname dat het habitatmodel een bruikbare basis vormt voor berekeningen is getracht de invloed van de

kwekerij op de voorraad mosselen in de Waddenzee en in de Oosterschelde afzonderlijk in de schatten.

Volgens het habitatmodel is de groei op percelen in de Waddenzee beter (1.7 x) en de mortaliteit lager (0.8). Deze schattingen zijn conservatief omdat ook de ongeschikte delen van percelen in deze berekeningen zijn meegenomen. In de praktijk worden de mosselen op de geschikte delen uitgezaaid. Genoemde factoren zullen daardoor gunstiger zijn dan hier berekend. Wordt van deze factoren uitgegaan, dan zou dat betekenen dat 1 kg mosselzaad $1.7/0.8 = 2.125$ keer zo veel mosselbiomassa oplevert dan wanneer deze mosselen op de wilde banken blijven liggen.

Ten behoeve van de mosselkweek worden halfwasmosselen geïmporteerd. In de Waddenzee is dat gemiddeld 2.8 milj. kg per jaar. De totale opbrengst van de zaadvisserij is $20+11 = 31$ miljoen kg per jaar. Door importen wordt het bestand op percelen nog eens met $2.8/31 = 8.5\%$ verhoogd, met als resultaat dat het bestand op percelen $2.125 \times 1.085 = 2.3 \times$ zo groot is dan de biomassa die de uit de Waddenzee afkomstige mosselen zouden vertegenwoordigen wanneer er geen mosselcultuur was geweest de Waddenzee-mosselen op de wilde banken waren gebleven.

Een deel van de mosselen komt echter niet op percelen in de Waddenzee maar in de Oosterschelde terecht. Op percelen in de Oosterschelde wordt jaarlijks gemiddeld 30 miljoen kg uitgezaaid. 1.3 miljoen kg daarvan is afkomstig van de zaadvisserij in dit gebied zelf en 1.6 mln kg uit halfwas-import. Dit betekent dat gemiddeld $30 - 1.3 - 1.6 = 27.1$ miljoen zijn oorsprong heeft in de Waddenzee. Dit is $28.7/30 = 90\%$ van de uitgezaaide biomassa. De omvang van het bestand op percelen in de Oosterschelde op 31 december is gemiddeld 57 miljoen kg, waarbij het dus $57 \times .90 = 51.3$ miljoen kg van origine Wadmosselen betreft. Dit is nagenoeg gelijk aan de voorraad mosselen op percelen in de Waddenzee, dus van het gekweekte bestand ligt op 31 december ca 50 % in de Waddenzee. Het relatief hoge rendement op percelen leidt daarmee tot de inschatting dat na verzaaien naar de Oosterschelde het bestand op percelen in de Waddenzee $2.3 \times 0.5 = 1.15$ keer zo hoog is dan in een situatie zonder mosselkweek. Deze resultaten suggereren dus dat de afvoer van mosselen naar percelen in de Oosterschelde niet leidt tot een mosselbestand in de Waddenzee dat lager is dan in een situatie zonder kweek.

De conservatieve inschatting van het habitatmodel (zie boven) en het gegeven dat de kwaliteit van mosselen op de percelen beter is (groter, hogere vleesgehalten) leiden tot de conclusie dat het voedselaanbod voor eidereenden als gevolg van de mosselkweek in de Waddenzee per saldo waarschijnlijk wel is verbeterd. Hierbij hoort de kanttekening dat er onzekerheden zijn in het habitatmodel en dat bovengenoemde berekening moet worden beschouwd als tentatief, die

wel aannemelijk maakt dat de kweek in enige mate bijdraagt aan het sublitorale mosselbestand, en daarmee aan het voedselaanbod van Eidereenden. Een kwantificering daarvan kan er niet aan worden ontleend.

4.5 Relatie mosselkweek, mosselbestand en eidereenden in jaren van schaarste

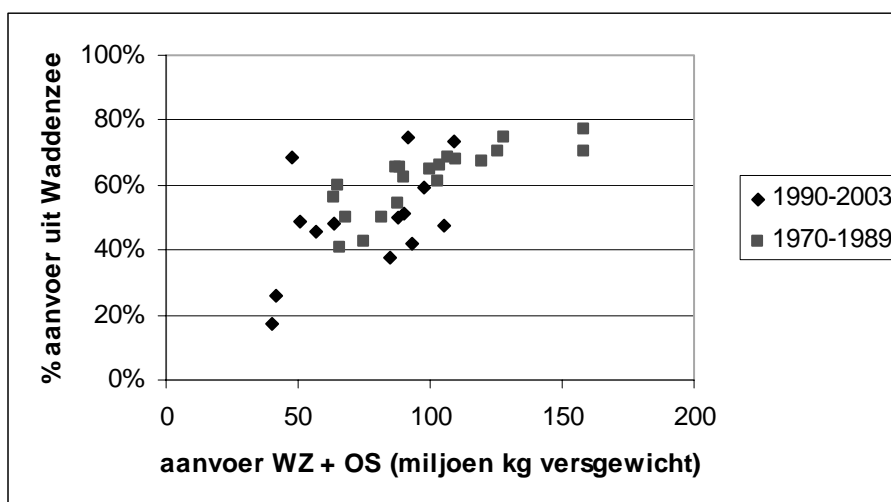
De voorgaande tentatieve berekeningen suggereren dat mosselkweek het mosselbestand in de Nederlandse Kustzone als geheel verhoogt en mogelijk ook het mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee. Voor de periode 1992-2002 werd voor het sublitoraal van de Waddenzee een verhoging berekend van zo'n 15% ten opzicht van een situatie zonder kweek. Dit zou kunnen betekenen dat kweek gunstig is voor eidereenden die voor hun voedselvoorziening in belangrijke mate afhankelijk zijn van sublitorale Wad-mosselen (B2-rapport).

Echter, deze berekeningen zijn vooral gebaseerd op aannames die betrekking hebben op "gemiddeld kweekgedrag". Zo is bijvoorbeeld de lengte van het productieproces van zaad naar consumptie constant verondersteld (een vast percentage van de aanwezige jaarklassen mosselen op de percelen wordt jaarlijks aan de veiling geleverd). Omdat vooral jaren met lage mosselbestanden bepalend lijken op de overleving (zie B2-EVAll) van eidereenden wordt in deze paragraaf expliciet ingegaan op juist dergelijke "jaren van schaarste". Deze "schaarste" wordt primair veroorzaakt door (een opeenvolging van jaren met) een slechte zaadval. De vraag is of ook in dergelijke jaren van schaarste de mosselvisserij en -kweek leidt tot een groter mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee of juist tot een kleiner bestand.

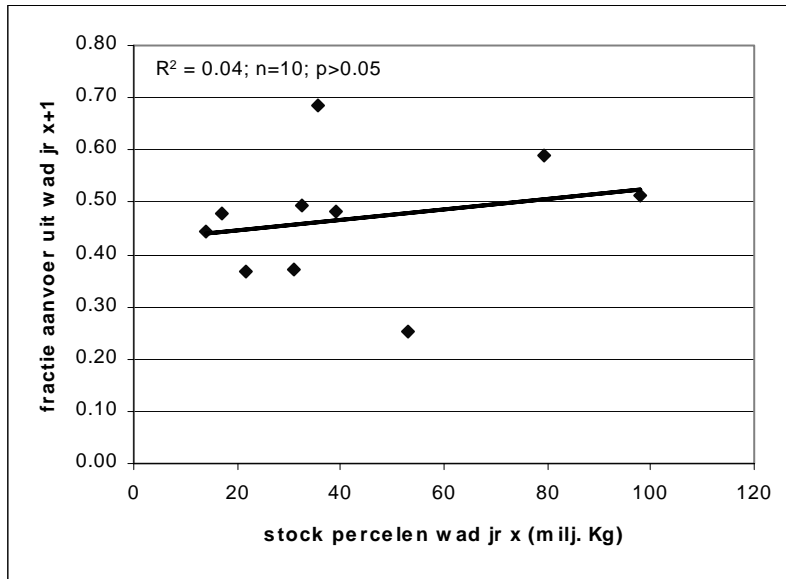
Een afname van het mosselbestand ten opzichte van een meer gemiddelde situatie zou kunnen ontstaan als (1) het kweekproces wordt verkort bij lage mosselbestanden of doordat (2) een groter deel van de kweek wordt gerealiseerd op Oosterschelde-percelen i.p.v. Wadpercelen:

(ad 1) Figuur 30 laat zien dat de aanvoer van mosselen uit de Oosterschelde minder fluctueert dan de aanvoer van mosselen uit de Waddenzee: Bij een lagere aanvoer worden relatief meer mosselen uit de Oosterschelde aangevoerd. Dit zou kunnen betekenen dat kwekers de percelen in de Oosterschelde steeds vol houden en de percelen uit de Waddenzee als buffer gebruiken. Andere verklaringen zijn een grotere variatie in mosselproductie in de Waddenzee als gevolg van verschillen in stormgevoeligheid van Oosterschelde en Waddenzee, of de import van halfwasmosselelen in jaren van schaarste die worden opgekweekt tot (Nederlandse) consumptie mosselen op Oosterschelde-percelen. Deze figuur is alleen goed te interpreteren in

relatie tot de voedselsituatie van eidereenden als de aanvoer een duidelijke relatie vertoont met het bestand: als er relatief meer consumptiemosselen liggen in de Waddenzee dan in de Oosterschelde, dan zal de aanvoer vanuit de Waddenzee relatief hoger moeten zijn. In figuur 31 is expliciet naar deze relatie gekeken. De resultaten laten zien dat een dergelijk verband niet significant aanwezig is. Daarmee blijft onduidelijk wat de relatie is tussen mosselkweek en mosselbestand. Immers, figuur 30 geeft geen informatie over het perceelbestand als zodanig. Figuur 31 geeft deze informatie wel. Echter, deze informatie is verkregen vanuit een reconstructie die deels is gebaseerd op “gemiddeld” kweekgedrag, terwijl de vraagstelling van deze figuur betrekking heeft op een analyse van afwijkend kweekgedrag in arme versus rijke jaren. De methodiek van de reconstructie en de analyse van figuur 31 sluiten daarmee niet goed aan bij de vraagstelling. Ook figuur 30 gaat uit van (impliciete) aannames over gemiddeld kweekgedrag. Immers, figuur 30 is vooral goed te interpreteren in relatie tot de voedselsituatie van eidereenden indien vrijwel alle halfwasmosselen aanwezig op Wadpercelen in jaar i geleverd worden als Wadmosselen in het daaropvolgende seizoen (jaar $1+i$, $i+2$). De aanvoer zal dan een goede indruk geven van het aanwezige halfwasbestand in de voorgaande winter. De reconstructieberekeningen lieten echter zien dat de aanvoer wordt gebufferd door de leveringen over meerdere jaren te spreiden en waarbij ook tussentijds mosselen worden verplaatst van Wad- naar Oosterschelde-percelen. In hoeverre dit “buffergedrag” doorwerkt in de voedselbeschikbaarheid voor eidereenden wordt niet duidelijk uit figuur 30. Ook figuur 30 sluit daarmee onvoldoende aan bij de vraagstelling. De beschikbare gegevens zijn daarmee onvoldoende om aan te kunnen geven dat een kleiner deel van het kweekproces plaats vindt op Wadpercelen bij lagere mosselbestanden.



Figuur 30. Percentage van de aanvoer naar de veiling bestaande uit consumptiemosselen afkomstig van Wadpercelen als functie van het totaal aan aangevoerde Wad en Oosterschelde mosselen. (Data mosselkantoer.)



Figuur 31. Fractie van de aanvoer bestaande uit Wadmosselen als functie van het perceel bestand in de voorgaande winter (periode: seizoen 1992/1993 – 2001/2002; d.w.z. $x = 1992-2001$).

(ad 2) Een afname van het mosselbestand in de Waddenzee ten opzichte van een meer gemiddelde situatie zou ook kunnen ontstaan als het kweekproces wordt verkort bij lage mosselbestanden. Incidenteel heeft een dergelijke situatie zich voorgedaan. Zo zijn in 2002 zogeheten “zomermosselen” geleverd aan de veiling. Dit waren relatief kleinere mosselen die eerder zijn geleverd als gevolg van een hoge mosselprijs, een grotere beschikbaarheid aan halfwasmosselen en schaarste aan consumptiemosselen. De situatie van 2002 was echter vrij uniek: “zomermosselen” zijn ook eerder geleverd maar nooit op een schaal als in 2002. Hierbij moet worden opgemerkt dat er geen aanwijzingen zijn dat er massasterfte onder eidereenden heeft plaatsgevonden in de winter van 2002/2003 (Ens & Kats 2003; EVA II B2). Een voorlopige schatting van de sterfte bedraagt 4400 dode eenden, terwijl in rapport B2 pas bij meer dan 5000 dode eenden wordt gesproken van massasterfte. De verkorting van het productieproces door levering van zomermosselen in 2002 heeft dus kennelijk niet geleid tot grote voedselschaarste onder de eidereenden in de winter van 2002/2003. Samenvattend betekent dit dat een verkorting van het productieproces wel degelijk optreedt en dat dit ook door kan werken in de beschikbaarheid van voedsel voor eidereenden, maar dat de huidige gegevens niet aangeven dat dit in het verleden tot problemen heeft geleid voor eidereenden.

Bijkomend probleem zijn verschillen in beschikbaarheid van mosselen op percelen versus wilde banken. Als wordt aangenomen dat perceelmosselen een betere kwaliteit hebben dan wilde mosselen, door verschillen in schelpdikte, vleespercentages, pokken, vertrissing en tarra, dan zal kweek kunnen leiden tot een grotere beschikbaarheid van voedsel voor eidereenden in de

vorm van mosselen zelfs in een situatie waarin kweek niet leidt tot grotere mosselbestanden. De voornoemde 15% zou daarmee een onderschatting kunnen zijn van het effect van kweek op de voedselsituatie van eidereenden. Daartegenover staat dat verjaging de beschikbaarheid van perceelmosselen kan verminderen.

De conclusie is dan ook dat kweek in een gemiddelde situatie waarschijnlijk leidt tot een groter mosselbestand in de Nederlandse kustzone en mogelijk ook leidt tot een toename van het mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee. In arme jaren zou dit anders kunnen zijn. In hoeverre dit doorwerkt in de voedselsituatie voor eidereenden blijft onduidelijk, deels omdat kennis ontbreekt over kweekgedrag in arme versus rijke jaren, deels omdat onduidelijk is in hoeverre kweek effecten heeft op de beschikbaarheid van mosselen als voedsel voor eidereenden.

5 Conclusies

Aan de hand van de vragen (cursief) uit H 1 worden de volgende conclusies getrokken:

1. RECONSTRUCTIE MOSSELBESTANDEN SUBLITORAAL:

- a) Wat is de omvang van de wilde mosselbestanden in het sublitoraal van de Waddenzee?*
- b) Wat is de omvang van de mosselbestanden op de kweekpercelen in het sublitoraal van de Waddenzee?*

In de periode 1992-2002 lag jaarlijks gemiddeld 51 miljoen kg mosselen (netto versgewicht) op de percelen in de Waddenzee, waarvan 12% zaad en 88% meerjarige mosselen (peildatum 31 december). Dit bestand betreft 52% van het sublitorale mosselbestand in de Waddenzee.

- c) Wat is de flux aan mosselen van wild naar perceel naar markt, van Waddenzee naar Oosterschelde en van buitenland naar Nederland?*

In het voorjaar werd jaarlijks gemiddeld 20 miljoen kg mosselen (netto) opgevisst in de Waddenzee (periode 1992-2002). 96% hiervan werd direct verplaatst naar percelen in de Waddenzee en 4% naar percelen in de Oosterschelde. In het najaar werd jaarlijks gemiddeld 11 miljoen kg mosselen (netto) opgevisst in de Waddenzee (periode 1992-2002). 73% hiervan werd direct verplaatst naar percelen in de Waddenzee en 27% naar percelen in de Oosterschelde.

De import van halfwasmosselen uit Duitsland is klein ten opzichte van deze zaadvisserij: In het voorjaar werd gemiddeld 2.2 miljoen kg mosselen (netto) geïmporteerd voor opgroei 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). In de Oosterschelde werd gemiddeld 1.6 mln kg per jaar geïmporteerd

In de periode 1990-2000 werd jaarlijks gemiddeld 99,5 miljoen kg consumptiemosselen aangevoerd, waarvan 19,2 miljoen kg import, 37,5 miljoen kg uit de Waddenzee en 42,8 miljoen kg uit de Oosterschelde.

Op percelen in de Oosterschelde wordt jaarlijks gemiddeld 30 miljoen kg mosselen uitgezaaid (reconstructie). 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 is afkomstig van percelen in de Waddenzee en de import van halfwasmosselen (1.6 miljoen kg).

2. EFFECTEN MOSSELVISSERIJ EN -KWEK:

d) In hoeverre beïnvloedt de mosselzaadvisserij en –kweek de mosselzaadval in het sublitoraal van de Waddenzee? Het gaat hierbij om zowel lokale als Waddenzee-brede effecten.

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. 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 de zaadvisserij op de broedval op de lange termijn konden met de beschikbare gegevens niet worden aangetoond. Hierbij moet worden opgemerkt dat analyses m.b.t. de lange termijneffecten van mosselkweek en visserij gelimiteerd waren door het ontbreken van langjarige gegevens over een situatie zonder kweek of gesloten gebieden.

e) Welk deel van het wilde mosselbestand wordt opgevist voor kweek op percelen?

De visserijdruk in najaar en voorjaar was gemiddeld 18% en 67% (maximumschattingen).

f) Hoeveel mosselen (biomassa) ontstaan door kweek en zijn er veranderingen opgetreden in kweekrendementen?

g) In hoeverre beïnvloedt de mosselvisserij en –kweek het totale mosselbestand in het sublitoraal van de waddenzee?

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 gegevens over een situatie zonder kweek. 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

aanwijzing 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 kan worden verwacht dan zonder kweek, ondanks verplaatsing van mosselen naar de Oosterschelde en de veiling. Deze berekening is evenwel niet toereikend voor een kwantificering van de mate waarin mosselkweek leidt tot een vergroting van de mosselbiomassa in de winterperiode in de Waddenzee. Dit vanwege de onzekerheden in de gegevens van deze studie.

Literatuur

- Bult, T.P., B.J. Enst, J.M.D.D. Baars, B.J. Kater, M.F. Leopold, R.K.H. Kats, 2003. B3: prooibesikbaarheid en alternatieve prooien voor vogels die grote schelpdieren eten. RIVO Rapport 2003. In prep.
- Camphuysen, C.J., Berrevoets C.M., Cremers H.J.W.M., Dekinga A., Dekker R., Ens B.J., Have van der T.M., Kats R.K.H., Kuiken T., Leopold M.F., Meer van der J., and Piersma T., 2002, Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance, *Biological Conservation*, Volume 106, Issue 3, August 2002, Pages 303-317
- Dankert, N. A. Meijboom, J. Cremer, E. Dijkman, Y. Hermes, L. te Marvelde, 2003. Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. EVAII-F6 rapportage In prep.
- Ens, B.J., F.H.M. Borgsteede, C.J. Camphuysen, G.M. Dorrestein, R.K.H. Kats, and M.F. Leopold. 2002. Eidereendensterfte in de winter 2001/2002. Alterra rapport 521.
- Ens, B.J. & Kats, R.H.K. 2003. Evaluatie van voedselreservering voor Eidereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. In prep.
- Kamermans, P. E. Schuiling, J.M.D.D. Baars, M. van Riet, 2003. Eindverslag EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase), deelproject A1 Visserij-inspanning. RIVO Rapport april 2003. In prep.
- Legendre, P. 1993. Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm. *Ecology* 74(6): 1659 - 1673.
- Munch-Petersen, S. and P.S. Kristensen. 2001. On the dynamics of the stocks of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Danish Wadden Sea. *Hydrobiologia*. 465:31-43.
- Salz, P., M.O. van Wijk, J.G.P. Smit, C. Taal. 2001. De Nederlandse schelpdiersector. LEI rapport projectcode 65149. Den Haag.
- A.C. Smaal A.C., M.R. van Stralen, K. Kersting, N. Dankers, 2003. De gevolgen van gecontroleerde bevissing voor bedekking en omvang van droogvallende mosselzaad-

banken , een test van de Janlouw hypothese en van mogelijkheden voor natuurbouw. EVA II Rapport 2003 in prep.

Sokal, R. R. and N. L. Oden 1978. Spatial autocorrelation in biology 1. Methodology. Biological Journal of the Linnean Society 10: 199-228.

Sokal, R. R. and N. L. Oden 1978. Spatial autocorrelation in biology 2. Some biological implications and four applications of evolutionary and ecological interest. Biological Journal of the Linnean Society 10: 229-249.

Stralen van, M.R., 2002. De ontwikkeling van mosselbestanden op droogvallende platen en in het sublitoraal van de Waddenzee vanaf 1955, een reconstructie op basis van gegevens uit de mosselzaadvisserij, MarinX-rapport 2001.10.

Stralen van, M. R. and T. P. Bult, 2002. Het mosselbestand in het sublitoraal van de Westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2002. Yerseke, Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek: 18 pp.

Tabellen

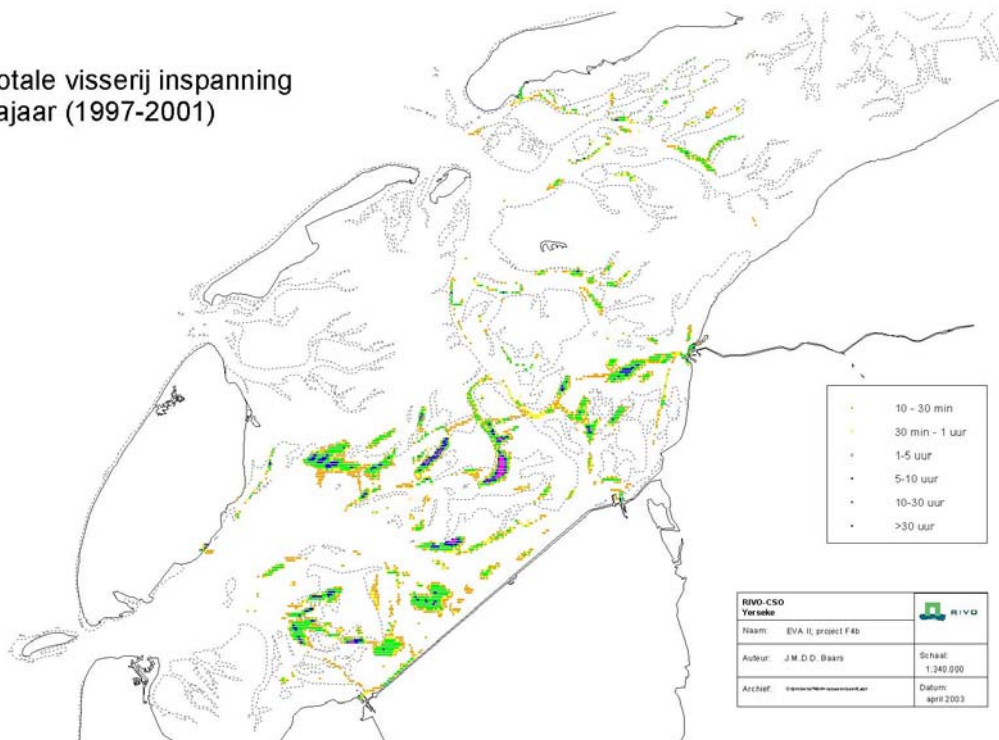
Tabel 2. Verhouding mosselmaat bepaald tijdens de voorjaarsurvey door het RIVO

(?? = mosselmaat onbekend).

JAAR	% Z	%HW	%C	???
1992	99.9	0.0	0.1	0.0
1993	94.1	2.9	3.0	0.0
1994	14.1	85.9	0.0	0.0
1995	86.5	0.0	0.0	13.5
1996	17.7	0.0	0.0	82.3
1997	95.1	0.0	0.0	4.9
1998	26.3	62.0	11.7	0.0
1999	28.0	58.9	13.1	0.0
2000	69.3	13.7	17.0	0.0
2001	40.3	43.6	16.1	0.0
2002	91.3	4.4	4.2	0.0

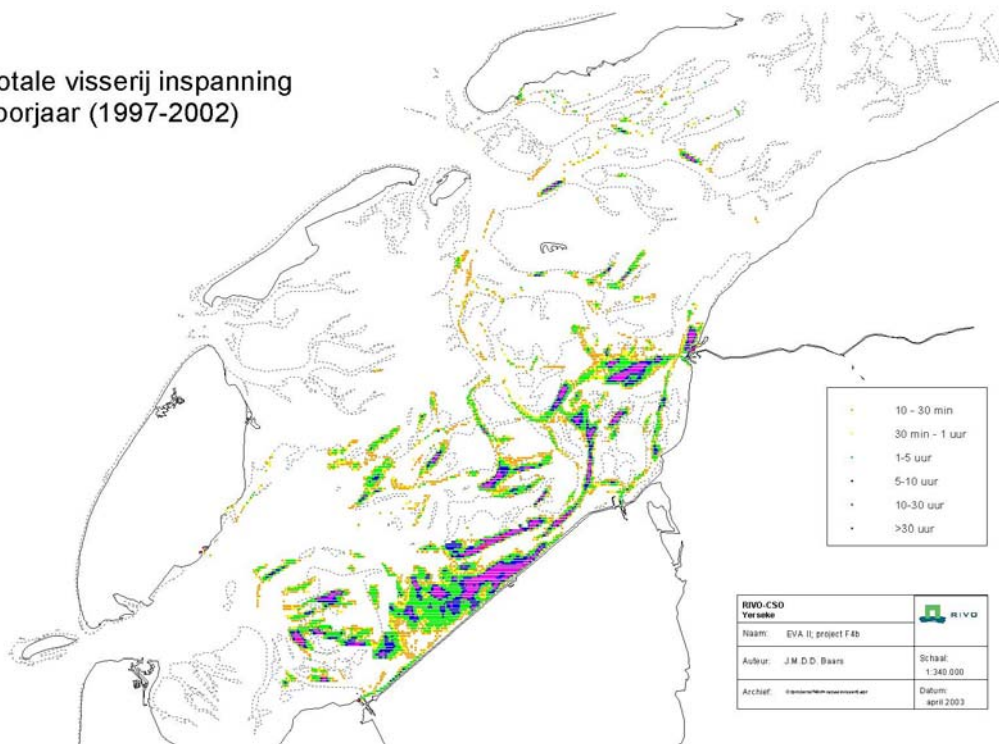
Figuren

**Totale visserij inspanning
najaar (1997-2001)**

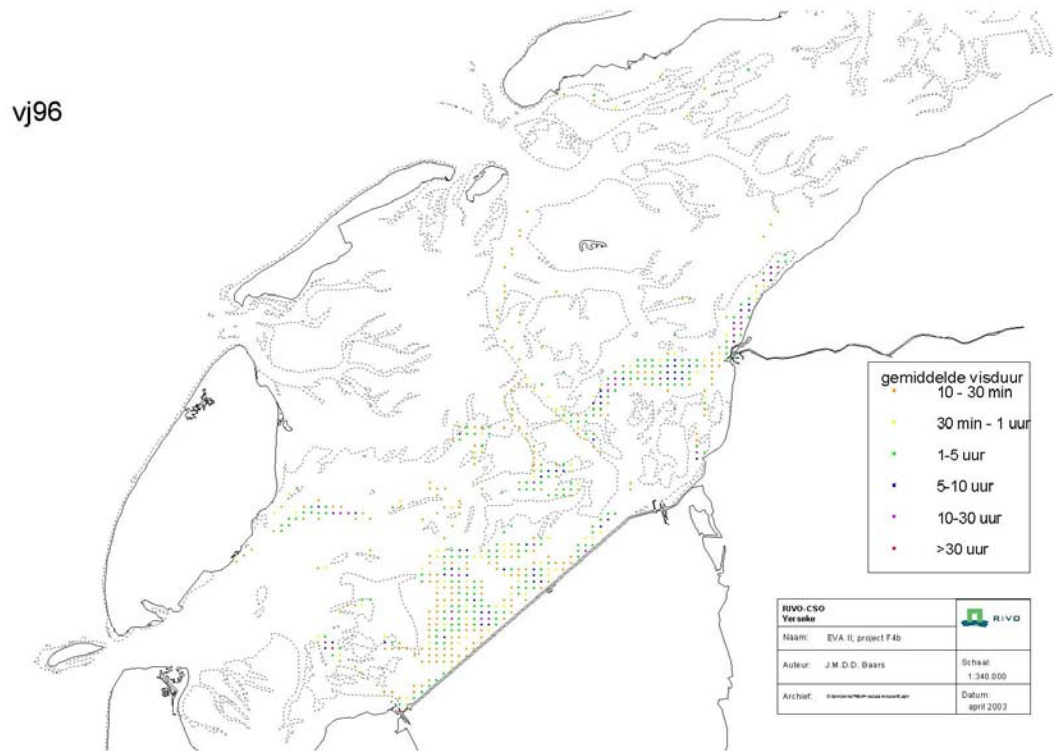


Figuur 6. Totale visserij inspanning voor het najaar in de Waddenzee in de periode 1997-2001.

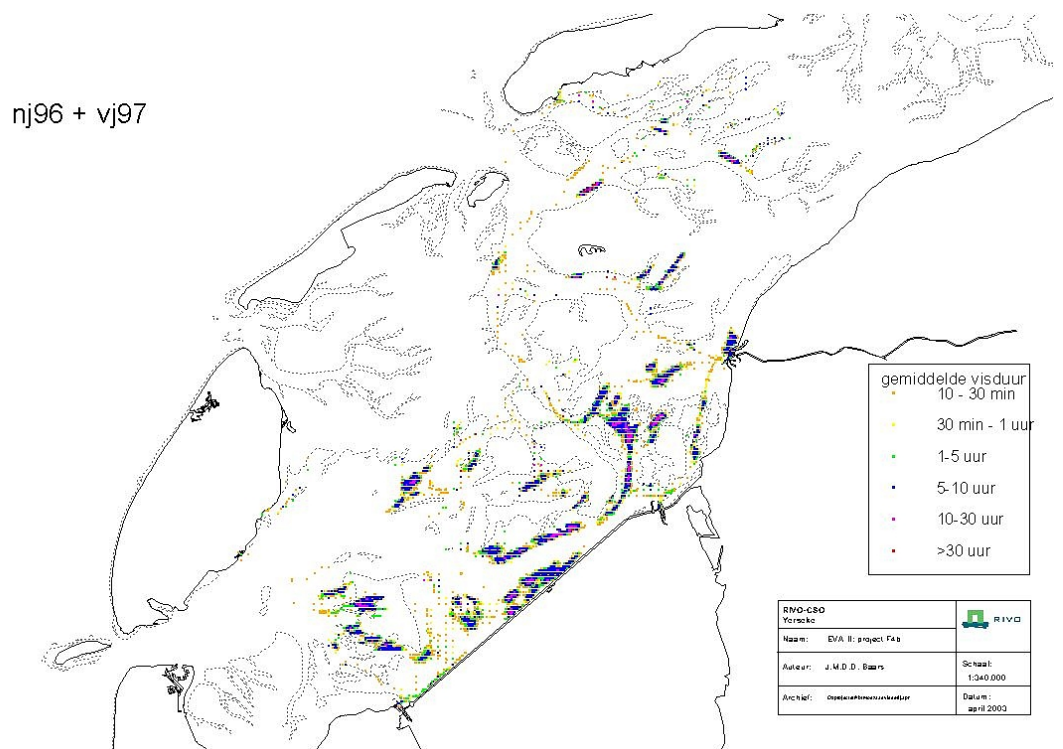
**Totale visserij inspanning
voorjaar (1997-2002)**



Figuur 7. Totale visserij inspanning voor het voorjaar in de Waddenzee in de periode 1997-2002.

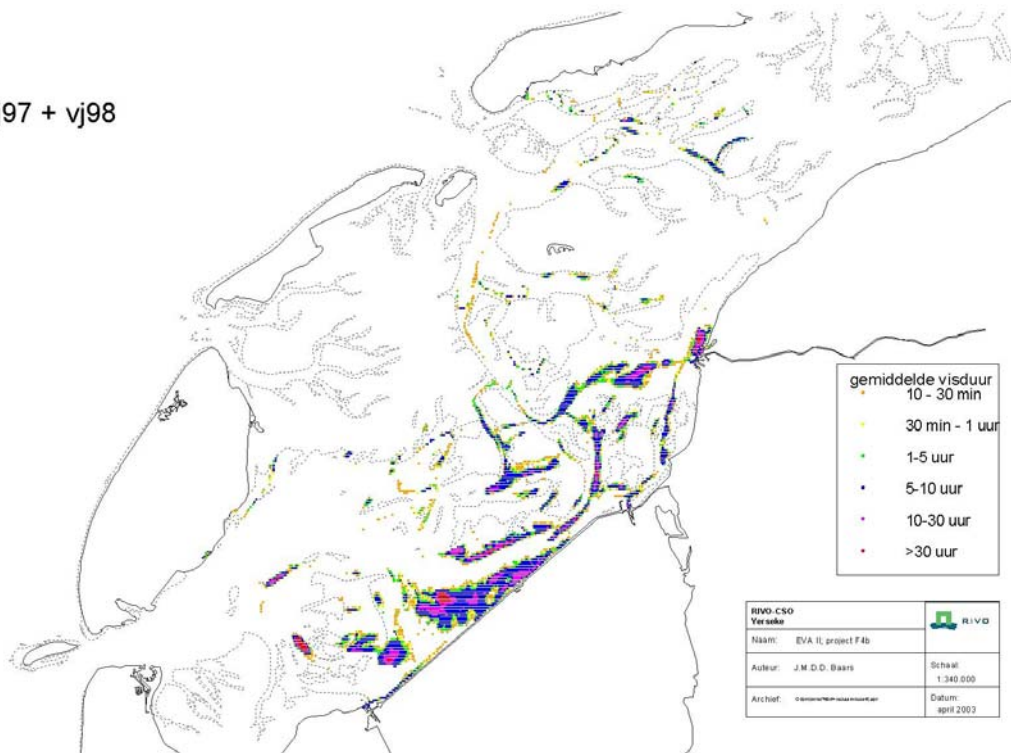


Figuur 8. Visserij inspanning in het voorjaar van 1996 in de Waddenzee.



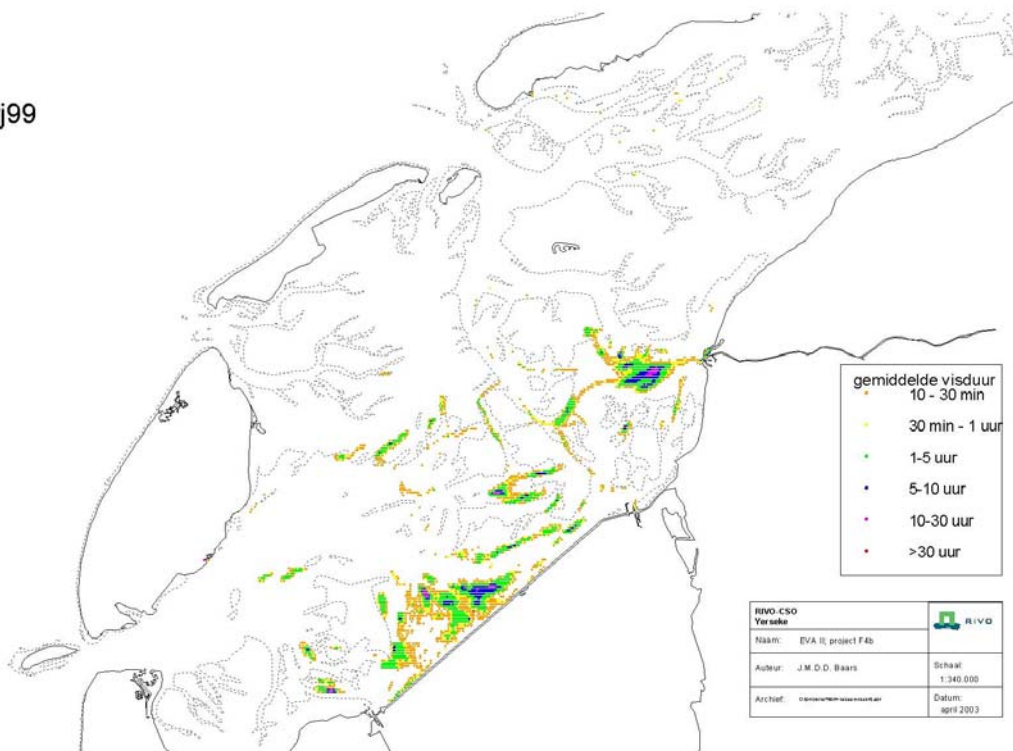
Figuur 9. Visserij inspanning voor het visseizoen najaar 1996 - voorjaar 1997 in de Waddenzee.

nj97 + vj98

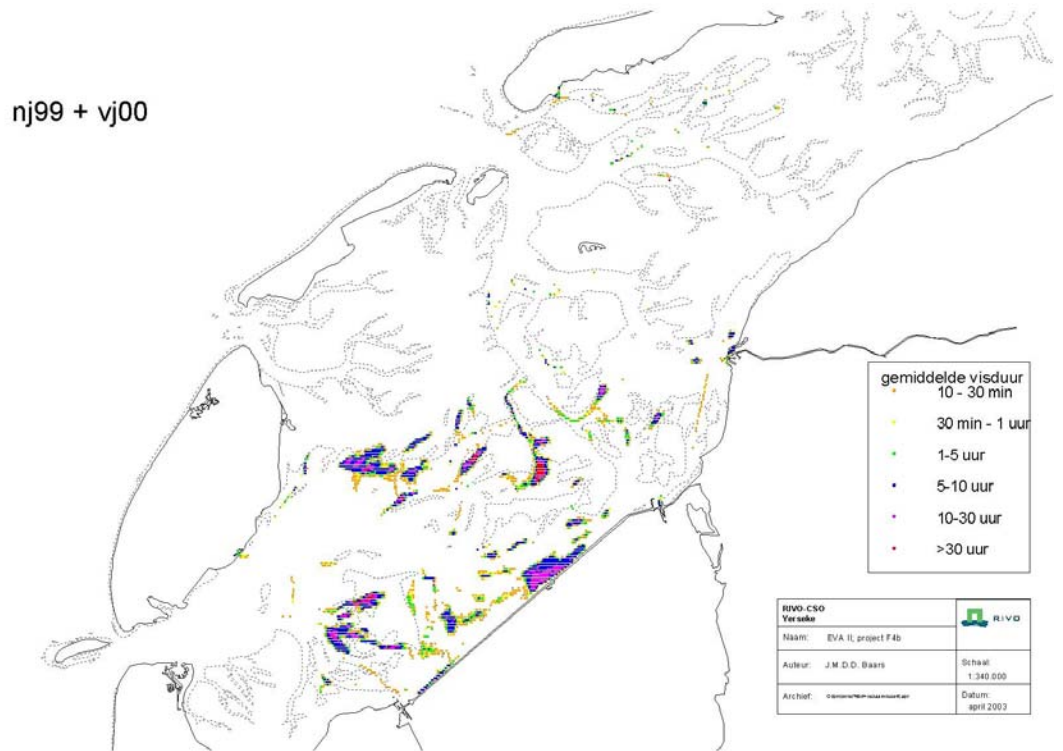


Figuur 10. Visserij inspanning voor het visseizoen najaar 1997 - voorjaar 1998 in de Waddenzee.

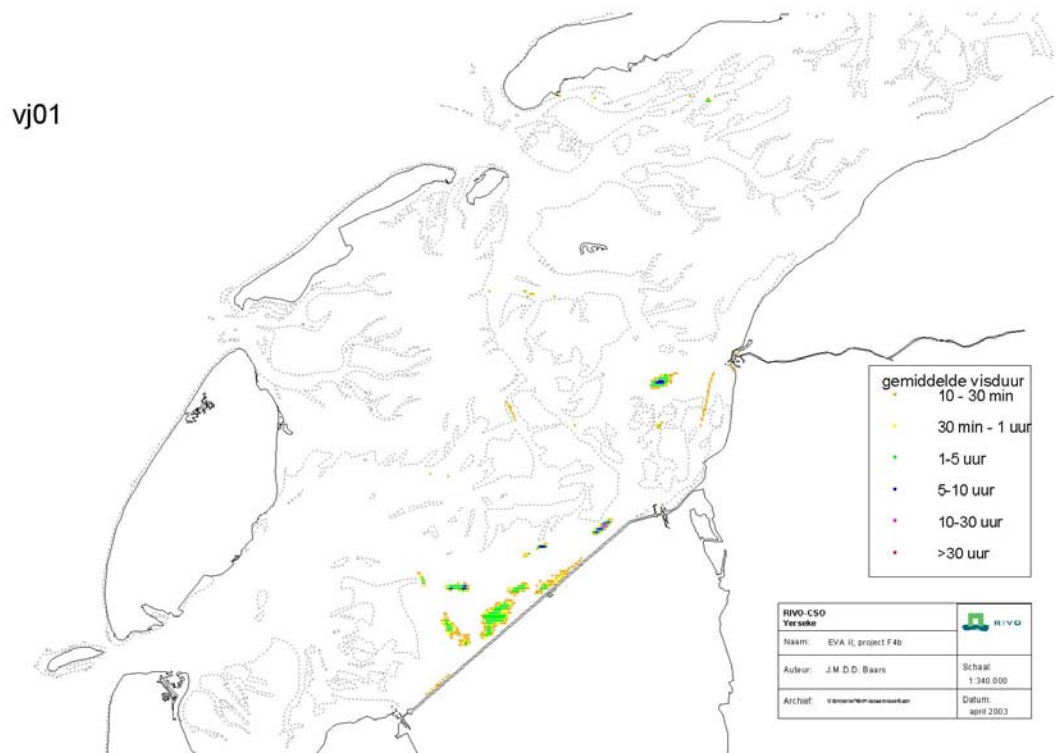
vj99



Figuur 11. Visserij inspanning in het voorjaar van 1999 in de Waddenzee.

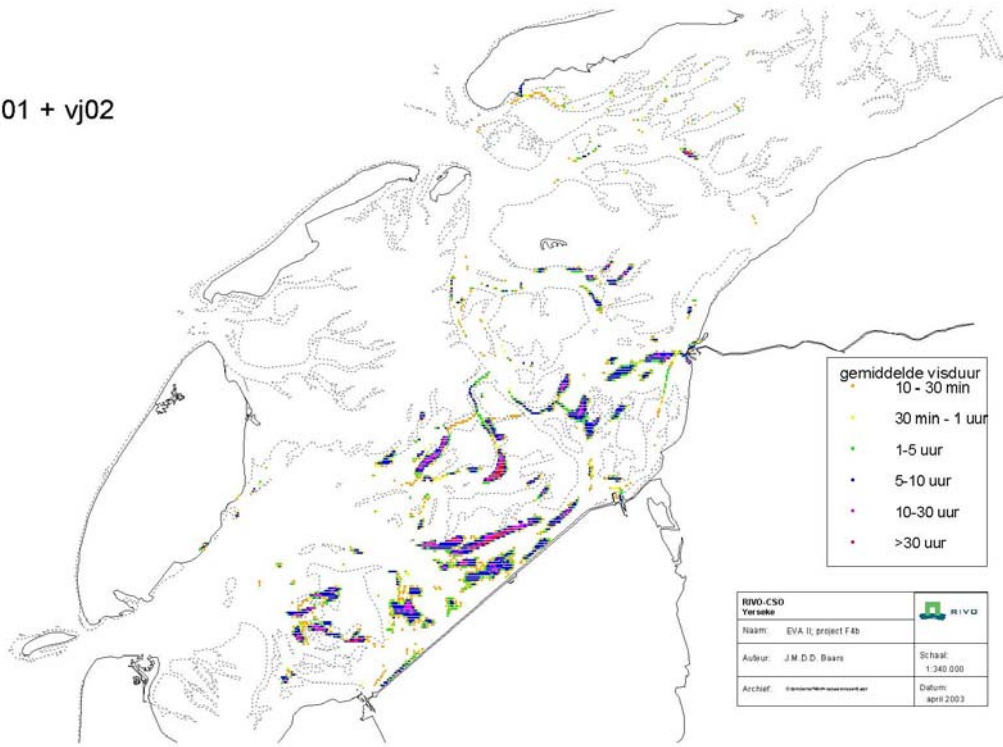


Figuur 12. Visserij inspanning voor het visseizoen najaar 1999 - voorjaar 2000 in de Waddenzee.



Figuur 13. Visserij inspanning in het voorjaar van 2001 in de Waddenzee.

nj01 + vj02



Figuur 14. Visserij inspanning voor het visseizoen najaar 2001 - voorjaar 2002 in de Waddenzee.

Bijlage 1. Verslag discussiemiddag mosselkwekers over effecten mosselvisserij

Inleiding

Binnen EVAII (onderdeel F4b) wordt onderzoek gedaan naar de effecten van de mosselkweek en -visserij op de sublitorale mosselbestanden van de Waddenzee. De volgende vragen staan hierbij centraal:

1. Wat was de omvang van de mosselbestanden op de percelen en hoe sterk fluctueerden deze bestanden in de afgelopen jaren?
2. Leidt mosselkweek en -visserij tot een groter of kleiner mosselbestand in de Waddenzee en hoe groot zijn de effecten van deze activiteiten?
3. Welke factoren, anders dan mosselvisserij en -kweek, bepalen het mosselbestand in de Waddenzee denkende aan: vraat door eidereenden en zeesterren, klimaat, eutrofiering en sedimentconcentraties, veranderingen in de kwaliteit of gebruik van de mosselpercelen?
4. Wat zijn de effecten van mosselkweek op vogels, met name eidereenden?

Om deze onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is het noodzakelijk dat zo goed mogelijk gebruik wordt gemaakt van alle beschikbare kennis en gegevens. Een belangrijk deel van deze kennis ligt bij vissers en mosselkwekers in de vorm van ervaringen, aantekeningen in zakboekjes, etc. Een ander belangrijk deel van deze kennis ligt bij de onderzoekers in de vorm van wetenschappelijke gegevens en rapporten. Voor het beantwoorden van de vragen zijn beiden noodzakelijk.

Gaandeweg het EVAII-onderzoek worden de mosselen door EVAII onderzoekers als een steeds belangrijker item gezien. Goede gegevens over met name de sublittorale mosselbestanden zijn dan ook belangrijker dan in eerste instantie gedacht.

Gegevens over zaadval, zaadvisserij en leveringen aan de veiling zijn redelijk bekend vanuit de RIVO surveys en gegevens van de PO mosselen en mosselveiling. Echter, van de tussenliggende fase, zoals verzaaien e.d., is veel minder bekend. Hierdoor is het bijvoorbeeld niet goed mogelijk om een goede reconstructie te maken van het mosselbestand op de percelen in de Waddenzee, terwijl juist deze bestanden zeer belangrijk zijn in de voedselvoorziening van de eidereend.

Tegen deze achtergrond heeft de PO-mosselen op verzoek van het EVAII onderzoeksteam een discussiemiddag georganiseerd voor EVAII onderzoekers en mosselkwekers rond de relatie mosselkweek en eidereenden. Deze discussie vond plaats op 1 november 2002 op het mosselkantoor te Yerseke. Bij deze discussie waren aanwezig:

- Mosselkweker; W. v.d. Berg, D. v.d. Bos, J. van Damme, J. Dhooge, L. Nieuwenhuize, H. Schot.
- EVAII onderzoeker: T. Bult (RIVO-CSO), B. Ens (ALTEERRA), H. Smit (ALTEERRA), M. van Stralen (MARINX).
- R. Lanfers (LNV).

De bijeenkomst werd geopend door de heer W v.d. Berg. De discussie werd voorgezeten door de heer H. Smit.

Doel

Doel van deze bijeenkomst was:

- het inbrengen van kennis van vissers en mosselkwekers in het EVAII onderzoek;
- het uitwisselen van kennis en ideeën tussen vissers en onderzoekers;
- het vergroten van de betrokkenheid vanuit de sector bij het onderzoek naar de relatie eidereenden-mosselkweek/-visserij.

Opzet discussie

Aan het begin van de bijeenkomst werden drie korte presentaties gegeven waarin o.a. ideeën die gaandeweg het onderzoek zijn ontstaan werden voorgelegd aan mosselvisserij en – kwekers. Na de presentaties volgde een discussie over de 4 onderzoeksvragen.

De presentaties:

- B. Ens: Eidereendensterfte en mosselkweek in de Waddenzee.
- M. van Stralen: Reconstructie mosselbestand op de percelen in de Waddenzee, een eerste ruwe schatting.
- T. Bult: Opzet van de verdere discussie.

Voor de inhoud van de eerste twee presentaties wordt verwezen naar de desbetreffende EVAII-rapportages. De presentatie van de heer Bult verwees naar de voornoemde vier EVAII vragen.

De hiernavolgende tekst bevat een overzicht van een aantal bevindingen van de onderzoekers en de reacties en ideeën van de aanwezige mosselkwekers m.b.t. de vier voorgaande onderzoeksvragen.

1. Wat was de omvang van de mosselbestanden op de percelen en hoe sterk fluctueerden deze bestanden in de afgelopen jaren?

De omvang van mosselbestanden op percelen zijn door onderzoekers gereconstrueerd over de laatste 50 jaar op basis van aanvoergegevens. Vanuit de kwekers komt het commentaar dat de getallen ook import getallen moeten bevatten gezien de hoogte van de getallen in 1994 en 1998. Dit wordt nog nagekeken door M. van Stralen.

Volgens de kwekers heeft de invoering van het quotabeheer, met de daaruit voortvloeiende beperking van de zaadvijserij en de storm in 1990, effect gehad op de verplaatsing van mosselen naar de Oosterschelde. Deze verplaatsing is bedoeld voor het spreiden van risico's voor de kwekers en komt voort uit verschillen tussen Waddenzee en Oosterschelde: De Waddenzee is geschikter voor opgroei en kweek maar wordt gekenmerkt door grotere risico's voor verlies van mosselen door storm dan in het geval van de Oosterschelde. Daarnaast wordt er door de kwekers opgemerkt dat de quotering tot 1998 geen beperking heeft opgeleverd voor de productie, maar na 1998 heeft er echter wel minder mosselaanvoer plaats gevonden.

Als mogelijk onderzoeks-scenario wordt aangegeven een vergelijk van de mosselkweek met en zonder zaadvijserij op de platen. De kwekers geven hierbij aan dat door het sluiten van de platen minder zaad naar de percelen zal worden gebracht. Wanneer de platen worden gesloten, dan kunnen de aldaar aanwezige mosselbestanden niet meer gebruikt worden als aanvulling in mosselarme jaren, waardoor de bestanden op de percelen en de aanvoer naar de veiling in Yerseke variabel worden. Dit wordt gezien als nadelig voor zowel vogels als vissers.

2. Leidt mosselkweek en -visserij tot een groter of kleiner mosselbestand in de Waddenzee en hoe groot zijn de effecten van deze activiteiten?

Als reactie op de vraag wordt er door de kwekers opgemerkt dat de aanwezigheid van mosselbanken altijd samen ging met de visserij. Als er al een invloed van de visserij was, dan was dat weinig. Het oostelijk wad is sinds 1990, afgezien van 2 weken in 1994, niet meer bevestigd en dit heeft niet geleid tot een toename van het areaal mosselbanken volgens de kwekers. Tevens geven ze aan dat er door de visserij meer stabiele banken zullen zijn: in de Dijkema situatie waarin er jaarlijks visserij activiteiten waren werd op een flink aantal banken gevestigd. De laatste jaren zijn er nog maar zeer weinig banken terwijl er niet werd gevestigd.

3. Welke factoren, anders dan mosselvisserij en –kweek, bepalen het mosselbestand in de Waddenzee: vraat door eidereenden en zeesterren, klimaat, eutrofiering en sedimentconcentraties, veranderingen in de kwaliteit of gebruik van de mosselpercelen?

De sector geeft aan dat variaties in zaadval en wintercondities, met verhoogde kans op storm, de belangrijkste oorzaken zijn die voor de variatie in de bestands grootte. De zaadval is niet te voorspellen en de beschikbaarheid ervan wordt erg beïnvloed door vis-beperkingen zoals toegang tot het litoraal. Tevens heeft de winter zo haar invloed op de overleving van het zaad.

Bij de kwekers ontstaat de indruk dat de kweek van halfwas naar consumptie mosselen slechter verloopt dan de kweek van zaad naar halfwas. De kweek van halfwas naar consumptie mosselen zou stroomgevoeliger zijn en de mosselen hebben meer kans door eidereenden te worden geconsumeerd. De stroomsnelheid is toegenomen op de percelen in de Waddenzee en de geulen zijn de laatste 30-50 jaar ondieper geworden. Er komen wel weer nieuwe geulen bij maar deze zijn net als op het oostelijk wad smal en diep en daarom minder geschikt voor de mosselcultuur. Het tij-verschil lijkt ook groter te zijn geworden.

Door de kwekers wordt er opgemerkt dat er bij de voedselreservering uit is gegaan van meer en betere percelen. De kwekers geven aan dat de kwaliteit van de percelen over het algemeen door verzanding slechter en stormgevoeliger is geworden. Waar vroeger op één perceel de mosselen van zaad tot consumptie formaat konden groeien moet nu vaak verzaaid worden naar betere percelen voor de groei tot consumptie formaat. Hoewel sommige percelen redelijk goed blijven of zelfs verbeteren is er toch een tendens van oost naar west van verslechterende percelen waar te nemen. Dit zou te wijten zijn aan het ondieper worden en verzanden. Er wordt door de kwekers verondersteld dat goede kweekgrond verschuift naar Terschelling en er wordt een afname van de groei geconstateerd. Dit alles kan een effect zijn van de aanleg van de afsluitdijk. De wens is om de percelen mee te laten bewegen met de verleggende geulen. Verplaatsingen van mosselen naar de Oosterschelde zijn o.a. toegenomen door de uitgifte van enkele goede percelen daar.

Storm heeft invloed op de mosselpercelen. Dit is naderhand goed te zien, omdat dan “gele slik” zichtbaar wordt op plekken waar eerst nog mosselen lagen.

4. Wat zijn de effecten van mosselkweek op vogels, met name eidereenden?

Onderzoekers zien vanaf de jaren 50 een toename van het aantal eidereenden. Tussen 1970 en 1990 fluctueren de aantallen zonder duidelijke trend. Deze toename kan zijn ontstaan door introductie van de mosselcultuur in de Waddenzee of door herstel van de eidereenden populatie nadat deze populatie in vroegere tijden door bejaging e.d. flink gedecimeerd was. Sinds 1991 zitten er vaak grote aantallen eidereenden op de Noordzee. Daarvoor slechts lage aantallen. De kwekers merken hierbij op dat de visserij-inspanning en -techniek niet wezenlijk veranderd is in de loop der tijd.

Volgens sommige kwekers was de sterfte onder de eidereenden veel hoger in de winters van 1991-1992 dan in de winters van 2000-2001-2002. Op verzoek van de kwekers wordt daarom aangegeven hoe consequent er geteld wordt. Vogelgegevens worden verkregen aan de hand van vliegtuigtellingen, uitgevoerd door het RIKZ sinds 1993. Daarvoor werden de tellingen uitgevoerd door Swennen. De tellingen vinden plaats in januari. Volgens de kwekers komen de grootste aantallen echter voor rond oktober-november. De aantallen dood gevonden eidereenden (en andere vogels) worden bijgehouden in de "beached bird survey" van NZG/NSO. Sinds 1977 zijn deze gegevens gestandaardiseerd en gecorrigeerd.

Tijdens de bijeenkomst wordt er door de kwekers gewezen op de gunstige effecten van het verzaaien van mosselen van het litoraal naar het sublitoraal. Dit is gunstig voor eidereenden die duikend foerageren. Door B. Ens wordt hierbij opgemerkt dat deze verplaatsing weer nadelig is voor waadvogels zoals scholeksters. Volgens kwekers is dit maar ten dele steekhoudend omdat scholeksters een territorium hebben en er dus al snel meer mosselen liggen dan opgegeten kunnen worden. Uitdunnen heeft dan geen nadelige invloed.

Verder is door de kwekers geconstateerd dat eidereenden ook krabben en zeesterren eten en wellicht zelfs prefereren boven mosselen. Sinds er namelijk meer eidereenden voorkomen, zijn de problemen met grote aantallen zeesterren minder geworden. De laatste 15 jaar is er niet meer op zeesterren gevist in de Waddenzee. Het is vaker voorgekomen dat een perceel vol met sterren een paar dagen later zonder of met minder sterren was bedekt. Dit wordt door de kwekers aan de eidereenden geweten. De vraat op de mosselen treedt met name op na het vissen en zaaien. De mosselen liggen dan meer los en zijn gemakkelijker te pakken.

Volgens de kwekers zou als uitgangspunt voor de voedselreservering het aantal vogels zonder mosselcultuur moeten worden genomen. Het toegenomen aantal eidereenden mogelijk als

gevolg van de mosselcultuur geeft een onnatuurlijke bestandsgrootte weer, waardoor de voedselreservering niet op een natuurlijke populatie zou zijn gebaseerd.

De visserij activiteiten, zoals verzaaien naar gebieden met weinig mosselen, zijn volgens de kwekers positief voor de eidereenden, er vanuit gaande dat eidereenden gebaat zijn bij een stabiele situatie. Gebruik van het zaad op het oostelijk wad zou een goede buffer zijn voor de perceelbezetting mede door de goede kwaliteit van dit zaad.

Bijlage 2. Omvang en ligging van de mosselbestanden op de kweekpercelen in het sublitoraal van de Waddenzee m.b.v. VA-gegevens.

Door de jaren heen zijn door de visserijkundig ambtenaren (VA) bemonsteringen uitgevoerd op de percelen in de Waddenzee met als doel inzicht te krijgen/houden over het gebruik en de productiecapaciteit van de verschillende percelen. Dit o.a. ter bepaling van de Theoretische Productie Waarde van de percelen.

Deze bemonsteringen worden uitgevoerd met een kleinere versie van een mosselkor waarmee diverse trekken over een perceel gemaakt worden. Hierbij wordt genoteerd voor hoeveel de kor is gevuld (0 t.m.1: resp. leeg en vol) en met welke maat mosselen en/of andere inhoud (zeesterren, etc.).

Het idee was om m.b.v deze trekken te bepalen wat er in de diverse jaren aan mosselen op de percelen lag. Hiervoor is het wel belangrijk dat deze monsternames kunnen worden doorvertaald naar een schatting van het totaalbestand mosselen.

Via het mosselkantoor zijn gegevens beschikbaar geteld over de hoeveelheden opgevist zaad, inclusief de uitzaailocatie. In eerste instantie is dus gekeken of er een relatie was tussen trekgegevens en mosselzaadvisgegevens. Vervolgens is gekeken of er een relatie was tussen de aangevoerde consumptiemosselen en de trekgegevens.

Het idee was dat als de trekgegevens een duidelijke relatie vertoonden met zaadvis- en aanvoergegevens, de trekgegevens over halfwasmosselen gebruikt zouden kunnen worden als indicatie voor de aanwezigheid van halfwasmosselen. Immers, voor halfwasmosselen was een directe ijking, zoals bij zaad en consumptiemosselen, niet mogelijk. Als er geen relatie was tussen trekgegevens, zaadvisgegevens en aanvoer, dan werd aangenomen dat de trekgegevens over halfwasmosselen geen goede indicatie vormden voor het halfwasbestand op de percelen. In aanvulling hierop is gekeken of er een relatie was tussen de trekgegevens en de oude reconstructie van het mosselbestand op percelen waarbij terugrekenend uit de aanvoer een kweekrendent van zaad:halfwas:consumptie = 1:1:1 werd verondersteld.

relatie uitgezaaide zaad en trek-bemonsteringen?

De hoeveelheden uitgezaaid zaad in het najaar, zijn uitgezet tegen de trekgegevens, waarbij de trekgegevens op verschillende manieren werden samengevat (figuur 1), o.a.:

- aantal percelen met zaad/mosselen, hier is alleen gekeken naar het wel of niet voorkomen van zaad/mosselen in de trekken.
- de som van deze gemiddelde kor vullingen waarbij een volle trek als 1 bestempeld is.
- de som van (de gemiddelde korvulling per perceel (bedekking) X het bijbehorende perceel oppervlak).

Hiervoor zijn zaadvisgegevens gebruikt van de periode 1991-2001, waarbij de gegevens uit 1984-1990 afkomstig waren uit enquetegegevens, verzameld door Alterra. Voor 1988 ontbraken de gegevens.

Deze exercitie werd eerst uitgevoerd op basis van gegevens die per jaar waren samengevat over de gehele periode van het visseizoen. Echter, dit leverde geen enkel significant verband op tussen trek- en zaagvisgegevens ($p < 0.05$). Vervolgens is uitgebreid geëxperimenteerd met verschillende periodes en trekgegevens. Uiteindelijk werd alleen een redelijke fit verkregen door de periode te beperken tot trekgegevens verzameld in najaar en winter. Hierbij bleek het aantal gescoorde percelen met zaad nog de beste fit te geven (zie Figuur 1, $n=11$, $r=0.8808$, $p < 0.0001$).

Het bleek dus alleen mogelijk een redelijke fit voor zaad te krijgen als de periode met trekgegevens beperkt werd tot het najaar en de winter.

Relatie geleverde consumptie mosselen en trek bemonsteringen?

Omdat het voor een reconstructie van het aandeel halfwas mosselen belangrijk is dat de gebruikte gegevens een zelfde periode betreffen is ook nu de hoeveelheid, in de trekmonsters aangetroffen, consumptie mosselen in najaar en winter gecorreleerd aan de leveringen aan de veiling in dat seizoen (periode 1986-2001). De resultaten laten zien dat er nu een veel zwakkere correlatie te zien is (zie Figuur 2, $n=16$, $r=0.32$, $p=0.02$).

Relatie berekende perceelmosselen en de oude 1:1:1 reconstructie?

Hiervoor is het aantal percelen met resp. zaad, halfwas en consumptie mosselen als index genomen (periode 1987-1999) en vergeleken met de oude 1:1:1 reconstructie die uitgaat van aanvoergegevens. Deze vergelijking geeft geen goede relatie (zie Figuur 3, $n=13$, $r=0.267$,

$p=0.07$). De conclusie is dan ook dat er is geen duidelijk verband is tussen de volgens het 1:1:1model uitgerekende trend in dichtheden en de perceelbemonsteringen.

Conclusies:

Het aantal percelen met daarop zaad aangetroffen kan gebruikt worden als relatief eenvoudige index van het bestand zaadmosselen op percelen, welke niet slechter is dan de andere meer complexere indices waarbij bijvoorbeeld ook perceeloppervlakten worden meegenomen. Hierbij is een individueel perceel met mosselen representatief voor een bestand van voor 1550 MT zaad (figuur 1).

Het aantal percelen met consumptie mosselen relateert niet significant met de, vanuit de Waddenzee, aan de veiling geleverde consumptie mosselen van dat seizoen. Hierbij is een individueel perceel met mosselen representatief voor een bestand van voor 126.000 MT (figuur 2). Dit getal is weinig realistisch.

Er is geen verband tussen de reconstructie volgens de oude 1:1:1 reconstructie en het aantal percelen met mosselen van de VA perceelbemonsteringen.

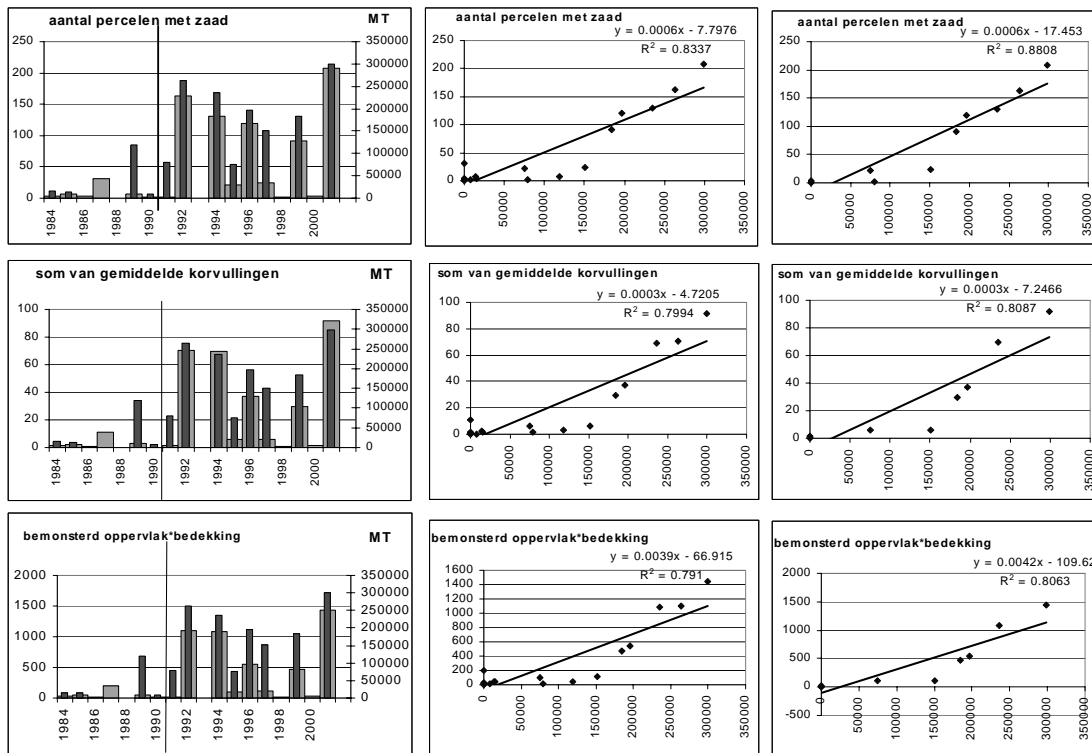
Gezien deze uitkomsten is besloten dat het niet verantwoord is de perceelbemonsteringen te gebruiken om een schatting van de halfwasbestanden op de percelen te verkrijgen.

Redenen voor de gevonden resultaten zijn oa:

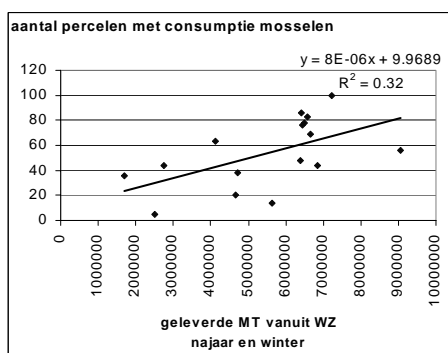
- perceelbemonsteringen zijn niet uitgevoerd voor het verkrijgen van een totaalbiomassaschatting. Ook worden deze vooral uitgevoerd afhankelijk van de mogelijkheden en beschikbare tijd uitgevoerd, waarbij onregelmatig over het jaar heen en selectief wordt bemonsterd (zie Figuur 4 & 5). Zo wordt een aanzienlijk deel bemonsterd in het voorjaar en de zomer terwijl deze waarden niet meedoen in de uiteindelijk gekozen methode en bestandsschatting. Dit betekent dat de uitkomsten sterk afhankelijk zijn van de periode en dat met de keuze van een vaste periode de data slecht vergelijkbaar zijn tussen jaren. Dit is uiteraard geen probleem voor het doel waarvoor de bemonsteringen zijn opgezet. Voor een reconstructie van de perceelbestanden is dit echter wel een probleem.
- Voor de zaadvisserij is aangenomen dat het alleen zaad betreft maar dit is niet correct: ook halfwas wordt opgevist. Een correctie hiervoor m.b.v. grote verhoudingen in de voorjaarssurvey van het RIVO gaf echter geen beter resultaat.

- De oude reconstructie op basis van een verondersteld kweekrendement van zaad:halfwas:consumptie= 1:1:1 heeft niet zozeer betrekking op de percelen als wel op de totale aanvoer vanuit de Waddenzee.

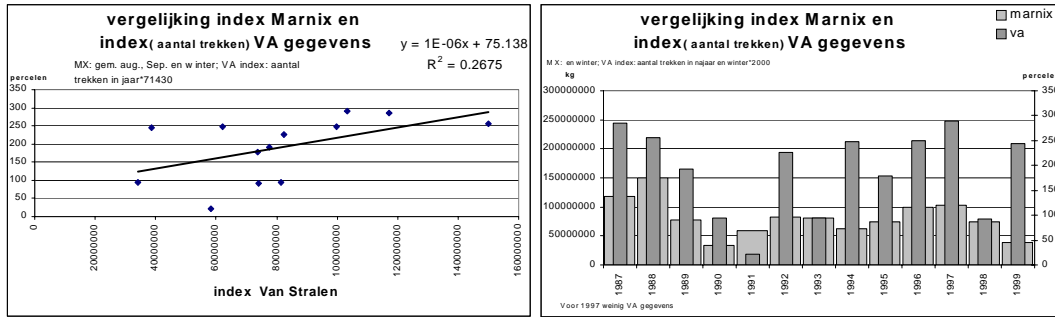
Figuren



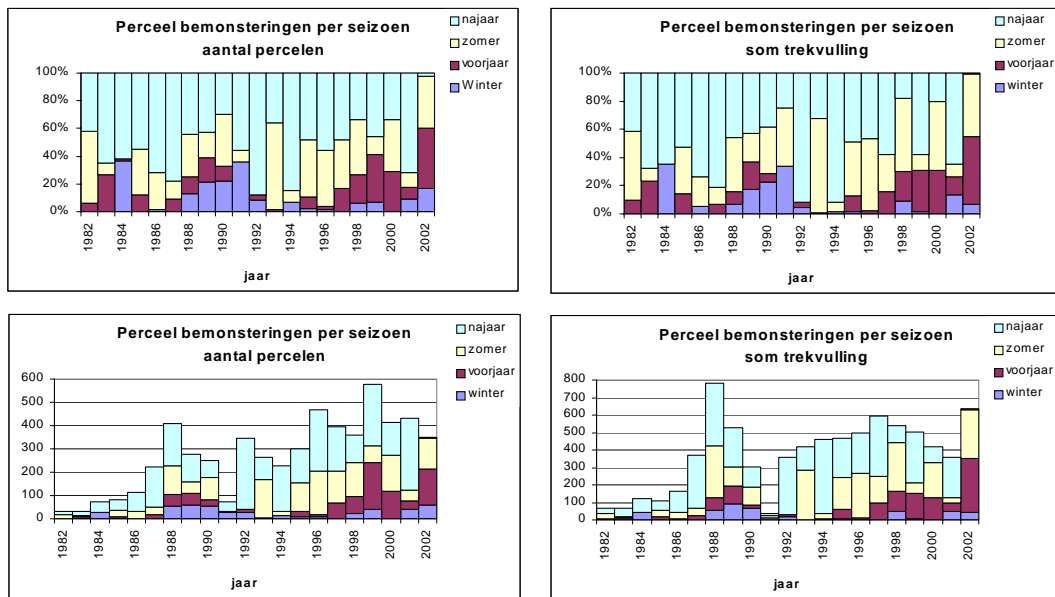
Figuur 1: relaties tussen de uitgezaaide hoeveelheid mosseltonnen zaad in het najaar en resp. het aantal percelen, desom van de gemiddelde korvulling en de som (van het bemonsterde oppervlak X de bedekking (gemiddelde korvulling)). Met en zonder enquête gegevens Alterra.



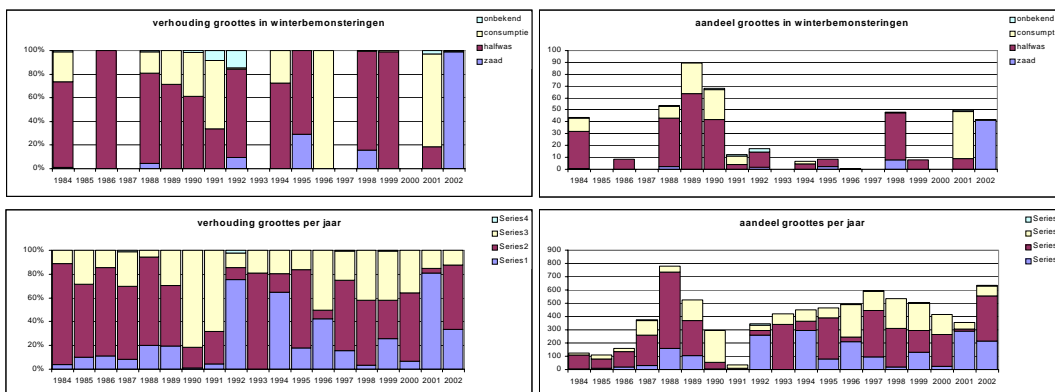
Figuur 2: relatie tussen de, aan de veiling geleverde, consumptiemosselen in najaar en winter periode (okt-mei) en het, door de VA bemonsterde aantal percelen met consumptie mosselen in die periode.



Figuur 3: relatie tussen index op basis van het oude 1:1:1 model (winter) en index (aantal percelen) VA gegevens (najaar en winter)



Figuur 4: Aantal perceelbemonsteringen en de som van de trekvulling (volle trek=1) per jaar per seizoen.



Figuur 5: Aandeel van de mosselmaten in de winterbemonsteringen en in het hele jaar

Bijlage 3: Basis getallen

run: va92 versie 41
 zaad en halfwas

Waddenzee in miljoen kg netto														per 31 dec					
jaar	wild nj voor ZV			wild nj na ZV			perc nj na ZV na tr.OS			visserijdruk voorjaar				visserijdruk najaar				%B op perc	perc
	zaad	mj	totaal	zaad	mj	totaal	zaad	mj	totaal	WZ-OS	WZ-WZ	imp W	rest	WZ-OS	WZ-WZ	imp W	rest		
1991	14	12	26	12	0	12	?	?	?	0	0		0	8	6		12	7	
1992	53	3	56	30	2	32	4	14	18	0	5	3	3	9	16	0	32	37%	
1993	7	38	45	7	38	45	0	39	40	2	21	1	0	0	0	0	45	47%	
1994	48	7	56	34	5	39	10	31	41	2	22	1	11	3	14	0	39	51%	
1995	8	34	42	7	27	34	2	22	23	0	19	3	9	3	5	1	34	41%	
1996	74	4	78	57	3	60	14	33	46	0	15	7	11	6	12	1	60	44%	
1997	34	89	124	30	74	104	4	80	83	3	26	0	13	6	14	0	104	45%	
1998	13	29	41	13	29	41	1	98	99	1	43	1	36	0	0	0	41	70%	
1999	36	16	51	24	9	34	4	17	22	0	18	2	13	6	12	0	34	39%	
2000	6	8	14	6	8	14	0	53	53	0	18	2	6	0	0	2	14	79%	
2001	51	5	56	33	3	36	20	35	56	0	4	3	6	2	17	0	36	61%	
2002	29	21	50	29	21	50	0	76	76	0	23	0	3	0	0	0	50	60%	

jaar	zaadvisserij voorjaar						zaadvisserij najaar netto					
	Z-Z		W-Z		W-W		Z-Z		W-Z		W-W	
	zaad	hw	zaad	hw	zaad	hw	zaad	hw	zaad	hw	zaad	hw
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	1	5
1992	0	0	0	0	1	4	0	0	8	1	15	1
1993	0	0	2	0	19	2	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	2	3	19	3	1	2	0	12	2
1995	1	0	0	0	16	3	0	2	0	3	1	5
1996	0	1	0	0	2	13	0	0	6	0	11	1
1997	0	0	3	0	24	2	0	0	1	4	3	11
1998	0	0	0	1	9	33	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	4	14	0	0	4	2	8	4
2000	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	1	3	8	1	2	0	16	2
2002	0	0	0	0	20	2	0	0	0	0	0	0

bestand survey voorjaar				
mij. kg netto				
jaar	zaad	hw	cons	hw+c
1992	8	0	0	0
1993	21	1	1	1
1994	5	30	0	30
1995	24	?	?	4
1996	5	?	?	22
1997	40	?	?	2
1998	21	50	9	59
1999	9	19	4	23
2000	17	3	4	8
2001	4	5	2	6
2002	23	1	1	2
2003	20	?	?	17

Bijlage 4. Commentaar Auditcommissie & verwerking

EVALUATIE VAN

DEELRAPPORT F4b ' MOSSELVISSERIJ EN –KWEK IN HET SUBLITORAAL VAN DE WADDENZEE'

door T.P. Bult, M.R. van Stralen, J. Brummelhuis en J.M.D.D. Baars

Deelrapport F4b 'Mosselvisserij en –kweek in het sublitoraal van de Waddenzee' is beoordeeld op basis van zowel een tekst van 72 pagina's met bovenstaande titel als een later ontvangen aanvulling van 3 bladzijden over 'Relatie mosselkweek, mosselbestand en eidereenden in jaren van schaarste'.

In het EVA II onderzoek bleken gegevens over de omvang van de sublitorale mosselbestanden niet beschikbaar te zijn. Dit rapport doet verslag van een poging tot reconstructie daarvan op basis van een aantal gegevens over de mosselvisserij en –kweek die wel beschikbaar zijn en een wiskundig model dat de gang van zaken op de kweekpercelen simuleert.

Het verslag geeft een uitvoerige beschrijving van de beschikbare datasets. Het ontwikkelde model wordt duidelijk uiteengezet en berust op verdedigbare aannames over het kweekproces. In het rapport wordt een aantal duidelijk geformuleerde onderzoeksvragen beantwoord. Het rapport bevat daardoor interessante informatie, die relevant is met betrekking tot de voedselreservering. Ook de informatie van de vissers in bijlage 2 is interessant, ondermeer over de relatie tussen eidereenden en zeesterren. Zoals de studie zelf ook aangeeft, berusten de uitkomsten van het model op de aangenomen gemiddelde kweekomstandigheden; het was kennelijk niet mogelijk om de variatie in kweekomstandigheden samenhangend met extreme jaren in de modellering te betrekken. Ook wordt geen informatie gegeven over de betrouwbaarheid van de modeluitkomsten.ⁱ

Bij het beantwoorden van de gestelde vragen wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van een model dat steunt op drie jaarklassen en van diverse gegevens van wisselende kwaliteit en aard. Dit model is in hoofdzaak een stel rekenregels en het wordt gefit (geforceerd) door de uitkomst gelijk te stellen aan de werkelijke aanvoer. Hoe gevoelig het model is voor veranderingen in de parameters wordt niet uitgezocht. De audit-commissie kan niet beoordelen of dit al dan niet nodig is, maar het had onderwerp van enige reflectie kunnen zijn.ⁱⁱ

De audit-commissie wil verder nog de volgende opmerkingen maken over dit rapport.

Samenvatting, p. 5: Het nieuwe model is gebaseerd op de aanname dat van een bepaalde jaarklasse 10 % wordt opgevist als zaad enz. Op p.19 wordt duidelijk dat het om biomassa gaat. De resterende 90 % gaat groeien maar is anderzijds onderhevig aan mortaliteit. Van die hoeveelheid wordt gemiddeld 50 % genomen. Gemiddeld over het volgende jaar? Waar de 50 % vandaan komt wordt verder in het rapport aannemelijk gemaakt. Voor mensen die alleen de samenvatting lezen is het niet duidelijk.ⁱⁱⁱ

Idem: Er wordt een kweekrendement berekend, maar het is niet duidelijk hoe. Wat is de eenheid?^{iv}

Samenvatting, p.6: Is er zaadval en visserij in de Westerschelde? Anekdotische informatie zegt van wel, maar is dit zo zeldzaam dat hier geen rekening mee moet gehouden worden?^v

Paragraaf 2.2.1.4: in deze paragraaf wordt het mosselkweekmodel ontwikkeld. De audit-commissie acht de gedane aannames redelijk, maar zou graag enige verduidelijkingen zien. Allereerst neemt de commissie aan dat de modelinput en output in gewichtseenheden worden geleverd; dit ware te vermelden.^{vi} Verder is kennelijk een aanname dat in de winter (van najaar tot voorjaar) geen groei of vermagering optreedt, maar wel sterfte. Een andere aanname is kennelijk dat groei en sterfte in Waddenzee en Oosterschelde gelijk zijn. Bij de modelbeschrijvingen stelt de commissie de volgende precisering voor:

- najaar (j): zaad naar/op percelen = vangst zaad in najaar (j) + 10% x (vangst zaad najaar (j) + vangst zaad voorjaar (j))
- voorjaar (j + 1): zaad voorjaar (j + 1) = 70% van het bestand in najaar (j) + zaadvangst voorjaar (j + 1)
- najaar (j + 1): halfwas najaar (j + 1) = 3 x zaad voorjaar (j + 1) + halfwasvangst najaar (j + 1). Van deze hoeveelheid wordt 10% geleverd als jonge mosselen.
- voorjaar (j + 2): halfwas voorjaar (j + 2) = 80% x (halfwas najaar (j + 1) – 10%) + halfwasvangst voorjaar (j + 2)
- najaar (j + 2): halfwas + consumptie najaar (j + 2) = 1.25 x halfwas voorjaar (j + 2). Van deze hoeveelheid wordt 50% geleverd als consumptiemosselen.
- voorjaar (j + 3): halfwas + consumptie voorjaar (j + 3) = 80% x (halfwas + consumptie najaar (j + 2) – 50%)
- najaar (j + 3): consumptie najaar (j + 3) = 1 x halfwas + consumptie voorjaar (j + 3). Deze mosselen worden allemaal geleverd als consumptiemosselen.^{vii}

Paragraaf 2.2.5: Waarom worden de diepten teruggebracht naar 1 meter boven NAP? Waarom de formule wordt gebruikt is onduidelijk, evenals het resultaat daarvan. Als voorbeeld:
 - oude diepte = 120 cm geeft nieuwe diepte = - 0.20 m in plaats van +0.2m
 - oude diepte = -120 cm geeft nieuwe diepte = +2.20 m in plaats van -0.2 m.
 Hier klopt iets niet.^{viii}

Paragraaf 2.2.5, blz. 25: De analyse is gebeurd op getalwaarden relatief tot de gemiddelde waarde. Dit zijn dus dimensieloze getallen. Dan worden de voorspellingen voor groei en densiteit uitgedrukt als de exponent van een lineaire combinatie van verschillende omgevingsfactoren. Waarom een exponent als er voorheen geen transformatie is gebeurd? Voor de mortaliteit wordt wel uitgegaan van een exponentiële afname maar die wordt berekend met logaritmen op basis 10 en vervolgens opnieuw tot de exponent verheven. Logisch ware hier geweest om de neperiaanse logaritme te gebruiken, waardoor de waarden ongeveer 2,3 maal hoger worden. Is dit van invloed?^{ix}

Paragraaf 2.2.1.6: bespreekt twee verschillende modellen. Het ene is kennelijk het model dat in paragraaf 2.2.1.5 is beschreven, maar het is onduidelijk wat nu het andere model is. Een verduidelijking en/of een verwijzing is hier noodzakelijk. Indien bronvermeldingen beschikbaar zijn dienen die te worden vermeld.^x

Paragraaf 3.7 berust op niet-gevalideerde modellen. Dit zou bij de gepresenteerde uitkomsten in deze paragraaf nog eens benadrukt moeten worden.^{xi}

Paragraaf 4.1: In de eerste zin wordt een tegenstelling gesuggereerd met het 'oude model'. Die tegenstelling is er wel maar zit niet in de mogelijkheid om bestandsgroottes en – samenstellingen op de percelen te berekenen. Dat die berekeningen evident niet kloppen is een andere zaak. Maar waaruit blijkt nu dat het nieuwe model betere uitkomsten levert?^{xii}

Paragraaf 4.1: gesteld wordt dat het nieuwe model de aanvoer van mosselen goed voorspelde. Dat is niet zo verrassend want daarop is het model gecalibreerd (paragraaf 2.2.1.4 en 3.3.1).^{xiii}

Hoofdstuk 5, onder 2g: Hier wordt 'tentatief' beschreven dat de huidige praktijk in de

mosselkweek zou leiden tot een iets hoger mosselbestand in de Waddenzee dan daar aanwezig zou zijn zonder mosselkweek. Omdat echter het hele onderzoek mede is opgezet om iets te zeggen over de voedselsituatie voor eidereenden, is het interessant om ook te kijken naar de periode voor ca. 1990 toen nooit massale sterfte van eidereenden werd geconstateerd. Is aannemelijk te maken dat in die periode minder mossels naar de Oosterschelde werden afgevoerd en er dus meer in de Waddenzee zouden kunnen zijn achtergebleven? De aantallen eidereenden kunnen uit rapport B2 worden gehaald.^{xiv}

De conclusies van het rapport, zoals verwoord in hoofdstuk 5, alsmede in de aanvulling over de "Relatie mosselkweek, mosselbestand en eidereenden in jaren van schaarste" acht de audit-commissie aannemelijk. Benadrukt moet echter worden dat deze conclusies grotendeels berusten op berekeningen met een model met weliswaar acceptabele, maar niet met onderzoek goed onderbouwde rekenregels. Ook ontbreekt de variatie tussen jaren ontbreekt in het model. Tenslotte wijst de audit-commissie erop dat de uitkomsten van dit rapport niet zijn voorzien van een betrouwbaarheidsaanduiding zoals in vele andere EVA II studies het geval is.^{xv}

Detailopmerkingen

Door het hele rapport heen worden de termen 'sublitoraal' en 'subtidaal' gebruikt om het gebied beneden de laagwaterlijn aan te duiden. De commissie stelt voor daarvoor één term te gebruiken, bij voorkeur 'sublitoraal' in overeenstemming met de overige EVA II rapporten.^{xvi}

Paragraaf 2.2.1.2: wat is de maat waarin de netto hoeveelheden worden uitgedrukt? Nat gewicht inclusief schelp en water in de schelp?^{xvii}

Paragraaf 2.2.1.3: het is voor de lezer niet duidelijk wat wordt bedoeld met "Vissers hebben een voorkeur voor 'schaarse mosselmatten' etc.".^{xviii}

Paragraaf 2.2.1.3: de laatste twee zinnen van deze paragraaf zijn onbegrijpelijk; er is hier een wat uitvoerigere tekst nodig.^{xix}

Paragraaf 2.2.5, 3^{de} alinea: "dichtheid van 1 per jaar" ; eenheid svp toelichten.^{xx}

Paragraaf 4.3, blz 37 laatste alinea: met aanvoer lijkt te worden bedoeld productie in Waddenzee en Oosterschelde.^{xxi}

Paragraaf 4.3, tweede alinea: Heeft de verzanding waarvan sprake betrekking op sublittorale percelen alleen? En is dit waargenomen over de hele Waddenzee?^{xxii}

Blz. 38: laatste zin is niet duidelijk.^{xxiii}

Figuur 25: betreft dit zaad en/of halfwas?^{xxiv}

Utrecht / Yerseke / Haren

25-11-2003

Prof.dr. P.L. de Boer
Prof.dr. C.H.R. Heip
Prof.dr. W.J. Wolff

ⁱ Informatie over de betrouwbaarheid van schattingen in de vorm van betrouwbaarheidsintervallen of standaarddeviaties wordt niet gegeven omdat dit niet mogelijk was. De analyse bestaat uit het eenvoudig doorrekenen van een aantal deels op expert judgement gebaseerde aannames, zoals ook eerdere berekeningen op een kweekrendement van zaad:halfwas:consumptie = 1:1:1 was gebaseerd. De ontwikkeling van een meer deterministisch model en daaraan gekoppelde berekening van bandbreedtes vraagt meer kennis en tijd dan in dit project voor dit onderdeel voorhanden was. In hoeverre alle gemaakte aannames die zijn gebruikt bij deze reconstructie ook daadwerkelijk juist zijn is vaak niet getalsmatig te onderbouwen (vandaar ook dat expert-judgement is gebruikt). Gezien de rol van expert-judgement in de reconstructie zijn ook betrouwbaarheidsintervallen lastig te geven anders dan in de vorm van aanvullend expert-judgement.

ⁱⁱ Het ontwikkelde model is vooral een doorrekeningen van zaadvangst en aanvoercijfers op basis van een aantal aannames en kengetallen zoals die uit de praktijk van de mosselvisserij bekend zijn. Deze aannames zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op basis van expert judgements. Enige reflectie over de gevoeligheid van het model voor de gekozen aannames was zeker zinvol geweest. In verband daarmee was het ook de opzet de gekozen aannames te onderbouwen op basis van gegevens (boekhoudingen) van kwekers. Zoals aangegeven in het rapport bleek dit binnen de beschikbare tijd en met de beschikbare gegevens binnen dit project niet mogelijk. Om hierin in de toekomst te voorzien is inmiddels door het RIVO een project gestart voor het systematisch verzamelen van dit soort gegevens met behulp van de z.g. elektronische zakboekjes.

ⁱⁱⁱ In de samenvatting wordt nu benadrukt dat het om biomassa gaat. Ook wordt in de samenvatting aangegeven dat de 50% waarop naar wordt gerefereerd in het audit commentaar, betrekking heeft op het volgende jaar: "van wat dan nog over is 50% als tweejarige mosselen en het resterende deel het derde jaar" In de samenvatting wordt verder aangegeven dat de percentages zijn gebaseerd op een model gebaseerd op een drie-jarige kweekcyclus, en gegevens over zaadvisserij en aanvoer van mosselen op de veiling: "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."

^{iv} De eenheden volgen uit de zin "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 $i+2$."

^v Toegevoegd aan de samenvatting: "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."

^{vi} In paragraaf 2.2.1.3. wordt nu aangegeven dat het gewichtseenheden betreft (kg netto)

^{vii} Tekst aangepast n.a.v. suggesties.

^{viii} Dit wekt inderdaad verwarring. De reden ligt in de historie van deze modellen. Een eerste aanzet van de modellen vormt een opdracht voor het RIKZ: "Bult, T. P., B. J. Kater, et al. (2003). Habitatmodellen voor de commerciële schelpdieren in de Westelijke Waddenzee. Yerseke, Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek: 32 pp. RIVO rapport nr. C026/03." In deze rapportage is de omrekening t.o.v. NAP toegepast omdat de resultaten aan moesten sluiten bij ander werk van RIKZ en het model WADBOS van RIKZ. De statistische modellen uit deze rapportage zijn aangepast aan de vraagstelling van dit EVAII project, maar daarbij is de herberekening t.o.v. NAP behouden gebleven. Dit heeft verder geen consequenties voor de resultaten van paragraaf 3.7 en om die reden is hier verder geen aandacht aan besteed.

^{ix} De berekeningen zijn indertijd uitgevoerd op basis van logn en niet op basis van log10, zoals in het concept-verslag vermeld. In het eindverslag is dit aangepast.

^x Dit commentaar is terecht. Er zijn twee modellen. Een oud, vrij simpel model, dat echter vrij ver af staat van de realiteit waar het gaat om maatregelen van kwekers die gericht zijn op het zo constant mogelijke aanvoer. In het nieuwe model wordt daar wel rekening mee gehouden. Daarbij is een aantal varianten ontwikkeld. Beide modellen worden in het rapport verder als "het oude" en "het nieuwe" model aangeduid. De tekst van paragraaf 2.2.1.5 en 2.2.1.6 is hiervoor aangepast.

^{xi} Aan het eind van de paragraaf wordt nu opgemerkt: "Ook moet worden opgemerkt dat de hierboven genoemde modellen niet zijn gevalideerd, waardoor de resultaten als tentatief moeten worden beschouwd."

^{xii} In het oude model wordt geen rekening met de buffering van de aanvoer door de kwekers. Uitgaande van het oude model zou een jaar zonder zaadval moeten resulteren in een aanvoer nihil twee jaar later. Dit is in de praktijk niet het geval. De aanvoer laat zich in een situatie dat na jaren waarin geen mosselzaad valt dan ook niet voorspellen, Met het nieuwe model lukt dat wel zoals de verschillende analyses laten zien (Nederland totaal, alleen Waddenzee).

^{xiii} nieuwe tekst: " Door calibratie van het model bleek de aanvoer van consumptiemosselen uit de Oosterschelde en Waddenzee samen goed voorspelbaar"

^{xiv} In overleg met de onderzoeksleiding is besloten in dit rapport zo min mogelijk in te gaan op de implicaties voor eidereenden. Voor deze implicaties wordt verwezen naar: "Ens, B.J. & Kats, R.H.K. 2003. Evaluatie van voedselreservering voor Eidereenden in de Waddenzee - rapportage in het kader van EVA II deelproject B2. In prep."

^{xv} Zie opmerking hierboven over de (on)mogelijkheden van het berekenen van betrouwbaarheidsintervallen. Dit geeft ook aan dat vrij essentiële informatie over kweekactiviteiten ontbreekt en dat een reconstructie slechts tot op zekere hoogte mogelijk was.

^{xvi} Subtidaal gewijzigd in sublitoraal

^{xvii} In de paragraaf wordt nu aangegeven dat het gaat om versgewicht, d.w.z. schelp met vlees.

^{xviii} Tekst is aangepast.

^{xix} Tekst is aangepast.

^{xx} Alle eenheden worden aan het begin van de paragraaf genoemd.

^{xxi} Er wordt consequent gesproken van "aanvoer" om aan te geven waar de cijfers vandaan komen: van de veiling. Aanvoer is geen productie omdat niet alle mosselen die in een jaar zijn geproduceerd ook daadwerkelijk geleverd worden (bijvoorbeeld omdat ze te klein zijn). Alle mosselen worden uiteindelijk aangevoerd via de veiling in Yerseke.

^{xxii} Er zijn geen litorale percelen in de Waddenzee. Deze verzanding treedt op in specifieke gebieden in het sublitoraal van de Waddenzee. Een deel van de kweekpercelen heeft te lijden van deze problematiek, een ander deel niet.

^{xxiii} Zin verwijderd (hoorde daar niet thuis en de boodschap in deze zin staat ook elders).

^{xxiv} Dit betreft halfwasmosselen